CAROL ELEKES

21

Scule pentru găurirea alezajelor lungi

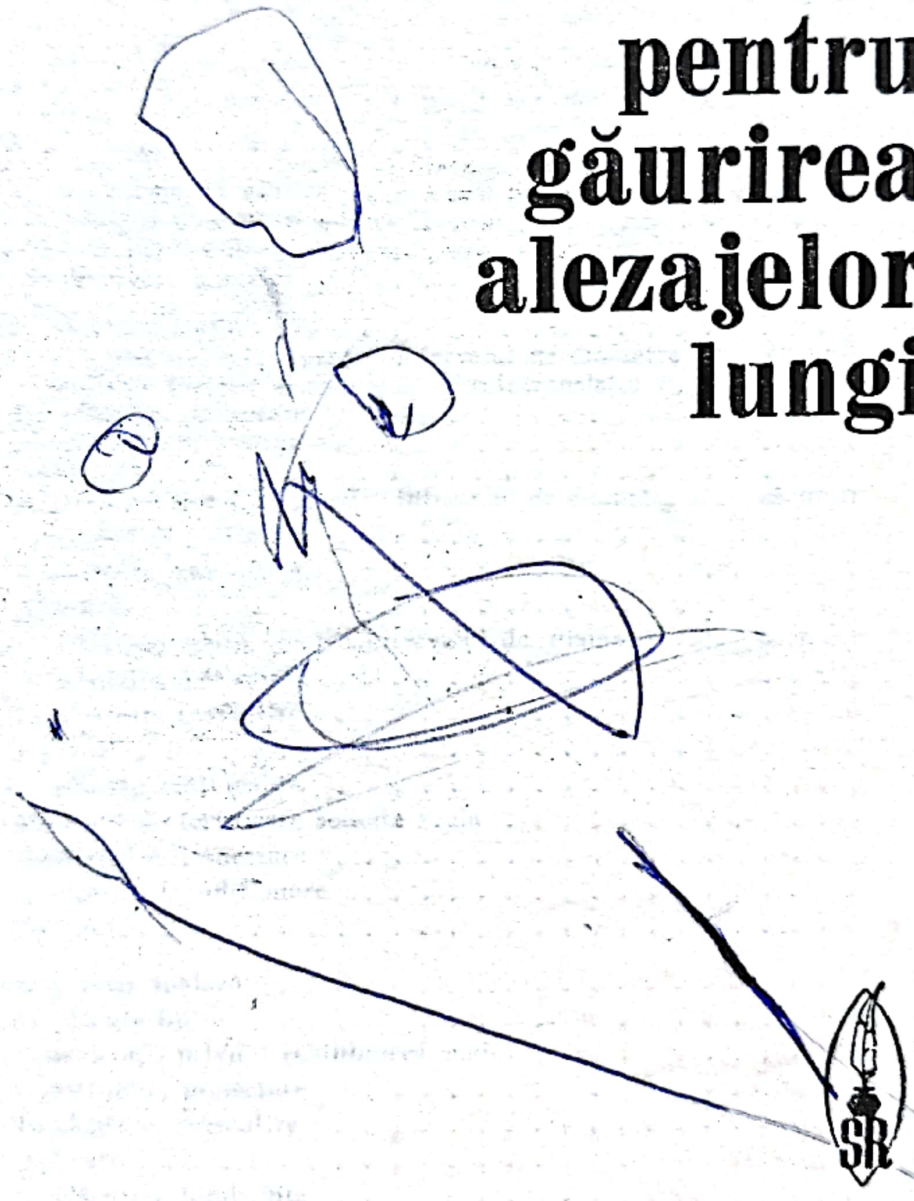
SCRISUL ROMÂNESC

Scanned with OKEN Scanner

CAROL ELEKES

BIBLIOTECA PERSONALĂ
Nr.
Carmen Antonovici

Scule pentru găurirea alezajelor lungi



SCRISUL ROMÂNESC, CRAIOVA, 1985

Scanned with OKEN Scanner

Cuprins

Content 5

Inhalt 7

Contents 9

Prefață 11

Nota autorului 12

1. **Generalități** 14

1.1. Procedee și sisteme de găurire 14
1.2. Tipuri de scule pentru găuri adînci 18
1.3. Mașini pentru găuri adînci 20
1.4. Elemente de fixare a sculei 23

2. **Scule pentru găurire în plin** 28
2.1. Scule cu trei plăcuțe lipite (pentru intervalul de diametre 20...43 mm) 28
2.1.1. Distribuția forțelor și mișcarea de rototranslație 28
2.1.2. Construcție, proiectare 31
2.1.3. Exploatare, reascuțire 36
2.1.4. Aplicații 40
2.2. Scule cu patru plăcuțe lipite (pentru intervalul de diametre 43...65 mm) 43
2.2.1. Construcție, proiectare 43
2.2.2. Exploatare, reascuțire 46
2.2.3. Aplicații 47
2.3. Scule cu o plăcuță lipită (pentru intervalul de diametre 20...60 mm) 50
2.3.1. Construcție, proiectare 50
2.3.2. Exploatare, reascuțire 55
2.3.3. Aplicații 57
2.4. Scule cu plăcuțe schimbabile 60
2.4.1. Sistemul de forțe care solicită scula 60
2.4.2. Construcție, proiectare 62
2.4.3. Utilizare, recondiționare 68
2.4.4. Aplicații 70

3. **Scule pentru găurire inelară** 81
3.1. Scule cu plăcuțe lipite 81
3.1.1. Considerații privind echilibrarea sculei 81
3.1.2. Construcție, proiectare 83
3.1.3. Exploatare, reascuțire 89
3.1.4. Aplicații 90
3.2. Scule cu plăcuțe schimbabile 97
3.2.1. Construcție, proiectare 97
3.2.2. Utilizare, recondiționare 99
3.2.3. Aplicații 106

Scanned with OKEN Scanner

4. Scule pentru lărgire 107
4.1. Scule cu plăcuţe lipite 107
4.1.1. Construcţie, proiectare 107
4.1.2. Exploatare, reascuţire 111
4.1.3. Aplicaţii 116
4.2. Scule cu plăcuţe schimbabile 120
4.2.1. Construcţie, proiectare 120
4.2.2. Utilizare, recondiţionare 121
4.2.3. Aplicaţii 121
Summary 127
Inhaltsangabe 128
Résumé 129
Bibliografie 131

Scanned with OKEN Scanner

Content

BIBLIOTECA PERSONALA
Nr.
Carmen Antonovici

Cuprins 3

Content 5

Inhalt 7

Contents 9

Preface 11

Remark of the author 12

1. Generalities 14

1.1. Boring procedures and systems 14
1.2. Typs for deephole boring tools 18
1.3. Deephole boring machines 20
1.4. Elements for tool clamping 23

2. Tools for solid boring 28
2.1. Tools with three brassed tips (for the range of dia 20...43 mm) . . . 28
2.1.1. System of forces and drilling movement 28
2.1.2. Design, project 31
2.1.3. Exploitation, regrinding 36
2.1.4. Application 40
2.2. Tools with four brassed tips (for the range of dia 43...65 mm) . . . 43
2.2.1. Design, project 43
2.2.2. Exploitation, regrinding 46
2.2.3. Application 47
2.3. Tools with one brassed tips (for the range of dia. 20...60 mm) . . . 50
2.3.1. Design, project 50
2.3.2. Exploitation, regrinding 55
2.3.3. Application 57
2.4. Throw-away Tipped Tools 60
2.4.1. System of forces that loads the tool 60
2.4.2. Design, project 62
2.4.3. Utilization, reconditioning 68
2.4.4. Application 70

3. Tools for trepanning 81
3.1. Brassed Tipped Tools 81
3.1.1. Tool Balancing 81
3.1.2. Design, project 83
3.1.3. Exploitation, regrinding 89
3.1.4. Application 90
3.2. Throw-away Tipped Tools 97
3.2.1. Design, project 97
3.2.2. Utilization, reconditioning 99
3.2.3. Application 106

Scanned with OKEN Scanner

4. Counter boring tools 107
4.1. Brassed Tipped Tools 107
4.1.1. Design, project 107
4.1.2. Exploitation, regrinding 111
4.1.3. Application 116
4.2. Throw-away Tipped Tools 120
4.2.1. Design, project 120
4.2.2. Utilization, reconditioning 121
4.2.3. Application 121

Summary 127

Inhaltsangabe 128

Résumé 129

Bibliography 131

Scanned with OKEN Scanner

Inhalt

Cuprins 3

Content 5

Contents 9

Vorwort 11

Vermerk des verfassers 12

1. Allgemeines 14

1.1. Bohrverfahren und-Systeme 14
1.2. Werkzeugtype für Tieflochbohren 18
1.3. Tiefbohrmaschinen 20
1.4. Befestigungselemente des Bohrkopfes 23

2. Vollbohrer 28
2.1. Bohrköpfe mit drei eingelöteten Hartmetallplatten (für einen Durchmesserbereich von 20... 43 mm) 28
2.1.1. Kräftekonjunktur und Schraubbewegung 28
2.1.2. Konstruktion, Entwurf 31
2.1.3. Betriebsweise, Nachschleifen 36
2.1.4. Anwendungsbeispiele 40
2.2. Bohrköpfe mit vier eingelöteten Hartmetallplatten (für einen Durchmesserbereich von 43...65 mm) 43
2.2.1. Konstruktion, Entwurf 43
2.2.2. Betriebsweise, Nachschleifen 46
2.2.3. Anwendungsbeispiele 47
2.3. Bohrköpfe mit einer eingelöteten Hartmetallplatte (für einen Durchmesserbereich von 20...60 mm) 50
2.3.1. Konstruktion, Entwurf 50
2.3.2. Betriebsweise, Nachschleifen 55
2.3.3. Anwendungsbeispiele 57
2.4. Bohrköpfe mit Wendeplatten 60
2.4.1. Das Schnittkräftesystem die das Werkzeug beanspruchen . . . 60
2.4.2. Konstruktion, Entwurf 62
2.4.3. Benutzung, Wiederinstandsetzung 68
2.4.4. Anwendungsbeispiele 70

3. Kernbohrer 81
3.1. Bohrköpfe mit eingelöteten Hartmetallplatten 81
3.1.1. Betrachtungen bezuglich der Ausgleichung des Werkzeuges . . . 81
3.1.2. Konstruktion, Entwurf 83
3.1.3. Betriebsweise, Nachschleifen 89
3.1.4. Anwendungsbeispiele 90
3.2. Bohrköpfe mit Wendeplatten 97
3.2.1. Konstruktion, Entwurf 97
3.2.2. Benutzung, Wiederinstandsetzung 99
3.2.3. Anwendungsbeispiele 106

Scanned with OKEN Scanner

4. Aufbohrer 107
4.1. Bohrköpfe mit eingelöteten Hartmetallplatten 107
4.1.1. Konstruktion, Entwurf 107
4.1.2. Betriebsweise, Nachschleifen 111
4.1.3. Anwendungsbeispiele 116
4.2. Bohrköpfe mit Wendeplatten 120
4.2.1. Konstruktion, Entwurf 120
4.2.2. Benutzung, Wiederinstandsetzung 121
4.2.3. Anwendungsbeispiele 121

Summary 127

Inhaltsangabe 128

Résumé 129

Bibliographie 131

Scanned with OKEN Scanner

Contents

Cuprins 3

Content 5

Inhalt 7

Contents 9

Preface 11

Note de l'auteur 12

1. **Presentation** 14
   1.1. Procédés et systemes de forages 14
   1.2. Types d'outils de forages profonds 18
   1.3. Machines destinées au forage des trous profonds 20
   1.4. Elements de fixation de l'outil. 23

2. **Outils pour forage dans la plein** 28
   2.1. Outils à trois plaquettes brasées (pour domaines de dia. 20...43 mm) 28
      2.1.1. La situation des forces et le mouvement de roto-translation . . 28
      2.1.2. Construction-projet 31
      2.1.3. Mode de travail, réaffûtage 36
      2.1.4. Applications 40
   2.2. Outils à quatre plaquettes brassées (pour le domaines de dia. 43...65 mm) 43
      2.2.1. Construction-projet 43
      2.2.2. Mode de travail, réaffutage 46
      2.2.3. Applications 47
   2.3. Outils à une seule plaquette brasée (pour le domaines de dia. 20...60 mm) 50
      2.3.1. Construction-projet 50
      2.3.2. Mode de travail, réaffutage 55
      2.3.3. Applications 57
   2.4. Outils à plaquettes interchangeables 60
      2.4.1. Le système des efforts sollicitant l'outil 60
      2.4.2. Construction-projet 62
      2.4.3. Utilisation-reconditionnement 68
      2.4.4. Applications 70

3. **Outils pour carottage** 81
   3.1. Outils à plaquettes brasées 81
      3.1.1. Considerations consernant l'equilibration de l outil 81
      3.1.2. Construction-projet 83
      3.1.3. Mode de travail, réaffutage 89
      3.1.4. Applications 90
   3.2. Outils à plaquettes interchangeables 97
      3.2.1. Construction-projet 97
      3.2.2. Utilisation, reconditionnement 99
      3.2.3. Applications 106

Scanned with OKEN Scanner

4. Outils pour alesages 107
4.1. Outils a plaquettes brasées 107
4.1.1. Construction-projet 107
4.1.2. Mode de travail, réaffûtage 111
4.1.3. Applications 116
4.2. Outils à plaquettes interchangeables 120
4.2.1. Construction-projet 120
4.2.2. Utilisation, reconditionnement 121
4.2.3. Applications 121

Summary 127

Inhaltsangabe 128

Resumé 129

Bibliographie 131

Scanned with OKEN Scanner

Prefață

Prin lucrarea de față, Scule pentru găurirea alezajelor lungi, *Editura „Scrisul românesc" își continuă lăudabila acțiune de a pune la dispoziția specialiștilor din industria constructoare de mașini, lucrări originale, bazate pe o bogată experiență și cu aplicabilitate imediată.*

Autorul prezentei lucrări, ing. Carol Elekes, este un foarte cunoscut specialist în domeniul abordat, autor al multor lucrări publicate în revistele de specialitate și prezentate la sesiuni științifice.

Lucrarea tratează o temă de mare importanță în tehnologia construcțiilor de mașini; soluțiile constructive prezentate, reprezentînd rezultatul unei îndelungate experiențe, pot fi aplicate imediat în producție, ceea ce-i oferă lucrării o deosebită importanță aplicativă.

Prin prezentarea comparativă a diferitelor soluții constructive și prin prezentarea soluțiilor actuale și a perspectivelor mondiale în acest domeniu, lucrarea constituie totodată o valoroasă contribuție la metodologia proiectării acestor scule.

In lucrare se prezintă inițial diferite procedee de găurire și sculele aferente, apoi se analizează în detaliu, în capitole speciale, sculele pentru găurirea în plin, sculele pentru găurirea inelară și sculele pentru lărgire. Pentru fiecare categorie de scule se analizează datele constructive pentru plăcuțe lipite și pentru plăcuțe schimbabile; se dau indicații privind procesul tehnologic corespunzător, precum și indicații privind reascuțirea sau recondiționarea acestor scule.

Foarte utile sînt și exemplele de proiectare ce se întîlnesc la fiecare subcapitol.

Lucrarea se adresează inginerilor și tehnicienilor proiectanți de SDV-uri, inginerilor tehnologi și studenților facultăților de mecanică.

Prof. dr. ing. Iulian Popescu

Scanned with OKEN Scanner

Pentru realizarea oricărui țel meritoriu sînt necesare trei lucruri fundamentale: muncă, perseverență și minte lucidă.

THOMAS A. EDISON

Nota autorului

În dorința de a fi de un real folos în soluționarea problemelor de prelucrare a alezajelor lungi, se pune la dispoziția dumneavoastră acest material inedit.

Tehnologia avansată de realizare a găurilor, a căror lungime în raport cu diametrul este mare, reclamă, înainte de toate, scule adecvate. Prezenta lucrare, sub formă de sinteză, tratează construcția, proiectarea, exploatarea, și recondiționarea sculelor destinate executării găurilor adînci. Tema abordată și importanța acesteia în tehnologia construcțiilor de mașini conferă lucrării oportunitate și actualitate.

În intenția de a constitui un instrument de lucru și un punct de plecare pentru noi cercetări, lucrarea de față se compune din patru capitole distincte.

Trecînd în revistă procedeele și sistemele de găurire, construcția și principiul de lucru al mașinilor specifice acestui domeniu, în prima parte a lucrării, fără pretenții de exhaustivitate, se efectuează o prezentare sinoptică a construcțiilor reușite de scule pentru executarea găurilor adînci, cunoscute pe plan mondial (COROMANT, HELLER etc.), care pe baza eficienței lor pot fi considerate deja clasice.

În capitole separate, sînt tratate amplu și detaliat, cele trei tipuri reprezentative din aceste scule (cum sînt : scule pentru găurire în plin, scule pentru găurire inelară și scule pentru lărgire), în două variante : cu plăcuțe lipite și cu plăcuțe schimbabile. Pentru fiecare tip de sculă în parte se efectuează o analiză comparativă a soluției constructive, se prezintă modele de proiectare și se dau indicații privind exploatarea și reascuțirea, respectiv recondiționarea lor.

Modul de ilustrare a calității intrinseci a acestor scule, precum și a productivității ridicate la operația de găurire, prin intermediul exemplelor reale prezentate, atribuie lucrării un caracter util și pragmatic.

Scanned with OKEN Scanner

Pe baza unei experienţe îndelungate în proiectarea şi exploatarea sculelor pentru găuri adînci, a mai multor întreprinderi din ţară, parametrii de aşchiere au fost optimizaţi, în vederea prelucrării oţelurilor specifice pieselor cu găuri adînci, în construcţia maşinilor. Printre altele, în cadrul lucrării se soluţionează şi o problemă tehnologică dificilă, lărgirea alezajelor ţevilor.

Prin exemple reale, se pune la dispoziţia specialiştilor un material documentar bogat, pentru proiectarea sculelor destinate executării găurilor adînci şi pentru stabilirea regimurilor de aşchiere optime la operaţia de găurire.

Avînd un caracter de premieră pe plan naţional, lucrarea se adresează inginerilor, subinginerilor, tehnicienilor, maiştrilor şi muncitorilor calificaţi, de la atelierele de S.D.V., tehnologie, sculărie şi uzinaj din industria constructoare de maşini şi în special de maşini-unelte. De asemenea, se recomandă studenţilor de la specializările T.C.M. Maşini-Unelte, precum şi cercetătorilor de profil.

Observaţiile şi sugestiile sînt întotdeauna bine primite.

Scanned with OKEN Scanner

1. Generalități

1.1. Procedee și sisteme de găurire

Realizarea găurilor lungi, din cele mai vechi timpuri, a constituit o problemă interesantă, utilă și dificilă.

În stadiul actual de dezvoltare a tehnicii, industria constructoare de mașini și utilaje și de mașini-unelte nu poate fi concepută fără o tehnologie modernă de executare a găurilor adînci. În construcția mașinilor-unelte, de pildă, cele mai reprezentative piese cu găuri lungi sînt cele din grupa arborilor principali.

Competitivitatea mașinilor depinde, în primul rînd, de nivelul parametrilor de lucru, parametrii care trebuie să satisfacă exigențele tehnicii mondiale. În acest context, perfectionarea tehnologiilor de executare a găurilor adînci capătă valența oportunității și a actualității.

Datorită complexității problemei, prelucrarea găurilor adînci poate fi considerată ca una dintre cele mai pretențioase operații tehnologice. Pentru o bună desfășurare a procesului de găurire este necesară asigurarea unor cerințe specifice acestui gen de prelucrare, cum ar fi :

— evacuarea forțată a așchiilor în timpul găuririi ;
— rectilinitatea deplasării (avansării) sculei ;
— rezistență la uzură, șocuri și solicitări termice a muchiilor așchietoare ;
— rigiditatea torsională (la răsucire) și axială (la flmbaj) a sistemului „sculă-tijă portsculă" ;
— diminuarea vibrațiilor întregului sistem tehnologic de prelucrare ;
— circulația și etanșeitatea lichidului de răcire-evacuare ;
— productivitatea găuririi ;
— precizia macro-și microgeometrică a suprafețelor prelucrate etc.

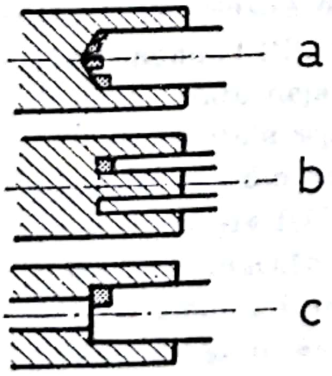


Fig. 1.1. Procedee de găurire : *a* — găurire în plin ; *b* — găurire inelară ; *c* — lărgire.

În principiu, pînă în prezent se cunosc trei procedee tehnologice pentru executarea găurilor prin așchiere [40] reprezentate schematic în figura 1.1, și anume :

A. **Găurirea în plin** (fig. 1.1, *a*) este un procedeu fără recuperarea miezului, unde tot materia-

lul din gaură se evacuează sub formă de aşchii, denumit în literatura de specialitate din străinătate: „Vollbohren" (în l. germană) sau „forage dans le plein" (în l. franceză). În acest caz, diametrul dorit se realizează dintr-o singură trecere. Datorită unei echilibrări mai bune şi a posibilităţii de utilizare a regimurilor de aşchiere intensive, această metodă permite realizarea unui timp de bază realativ mic. Deşi procedeul este foarte productiv, datorită apariţiei forţelor de aşchiere mari la operaţia de găurire, apare dezavantajul suprasolicitării maşinii.

B. **Găurirea inelară** (fig.1.1, *b*) este un procedeu care permite recuperarea miezului, ceea ce rezultă şi din denumirile „Kernbohren" (în l. germană) sau „carottage" (în l. franceză). Diametrul dorit, şi în acest caz, se obţine dintr-o singură trecere. Cu toate că forţele de aşchiere sînt considerabil mai mici ca la găurirea în plin, protejînd astfel utilajul, metoda de găurire inelară prezintă, totuşi, dezavantajul unei productivităţi scăzute în raport cu găurirea în plin.

C. **Lărgirea** (fig. 1.1, *c*). se execută după una sau mai multe pregăuriri şi vizează două obiective principale : realizarea diametrului dorit şi îmbunătăţirea calităţii suprafeţelor prelucrate. Prodedeul, denumit în literatura de specialitate : „Aufbonhren" (în l. germană) sau „alésage" (în l. franceză), este mai costisitor datorită trecerilor prin care se realizează, asigură în schimb o precizie dimensională ridicată şi o rugozitate fină a suprafeţelor prelucrate.

În funcţie de circuitul lichidului de răcire-evacuare, la prelucrarea găurilor adînci se deosebesc trei sisteme de găurire [40]. Aceste sisteme particularizate la găurirea în plin sînt prezentate în figura 1.2.

a) *Găurirea cu un singur tăiş* (Einlippenbohren). La acest sistem (fig. 1.2, *a*), lichidul de răcire-evacuare se transmite prin interiorul sculei, iar evacuarea aşchiilor se face în exterior. Cu alte cuvinte, este vorba de un principiu de găurire cu circulaţia lichidului „de la interior spre exterior".

b) *Sistemul ejektor* (Ejektorbohren) este prezentat în figura 1.2, *b*. În acest caz lichidul pătrunde în interiorul sculei, eveacuarea aşchiilor are loc tot în interior. O particularitate a acestui sistem este realizarea unei subpresiuni în camera din faţă a sculei, facilitînd astfel degajarea şi evacuarea aşchiilor.

c) *Sistemul B.T.A.* (Boring and Trepanning Association). Conform figurii 1.2, *c*, lichidul de răcire pătrunde din exteriorul sculei spre zona de aşchiere,

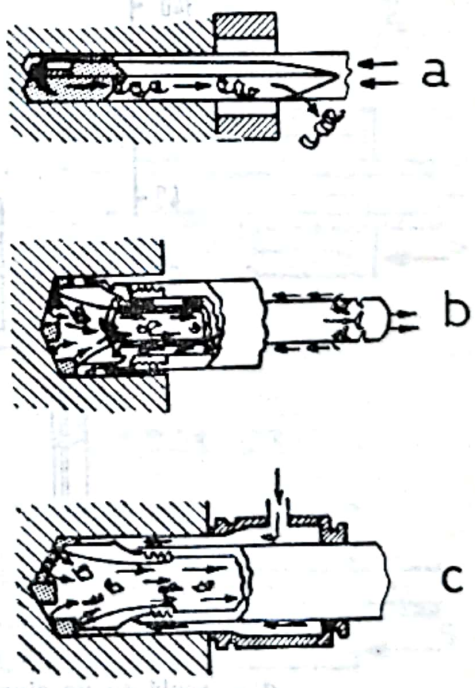


Fig. 1.2. Sisteme de găurire : *a* — găurire cu un singur tăiş ; *b* — sistem ejektor ; *c* — sistem B.T.A.

Scanned with OKEN Scanner

iar transportul şi evacuarea aşchiilor se realizează în interiorul sculei şi a tijei portsculă. Pe scurt, sistemul este caracterizat printr-un sens de circulaţie a lichidului „de la exterior spre interior".

În toate cele trei cazuri, lichidul pătrunde în zona de aşchiere cu o presiune şi un debit bine determinate (corespunzător condiţiilor tehnologice date) exercitînd în procesul de găurire următoarele efecte : de aşchiere (desprinderea aşchiilor,) de ungere, de răcire, de dirijare şi de evacuare a aşchiilor. Întrucît lichidul are roluri şi funcţii multiple în mecanismul de aşchiere la executarea găurilor adînci (reducerea forţelor de aşchiere, mărirea durabilităţii prin răcirea sculei etc.) pentru a acoperi toată gama de atribuţii pe care le are în acest sens, după cum este întîlnită şi în literatura de specialitate străină [40, 41], se propune utilizarea uneia dintre denumirile cumulate : lichid de găurire sau lichid de aşchiere.

În diagrama sinoptică din figura 1.3 sînt arătate schematic, sub formă de exemple, cîteva construcţii de scule destinate executării găurilor în plin în funcţie de domeniul de utilizare. Cu uşurinţă se pot identifica sistemele de găurire, din care fac parte :

— sculele cu un singur tăiş, cu canale drepte (fig. 1.3, *a*) respectiv cu canale elicoidale (fig. 1.3, *b*) lucrează pe principiul circulaţiei lichidului de găurire „de la interior spre exterior" ;

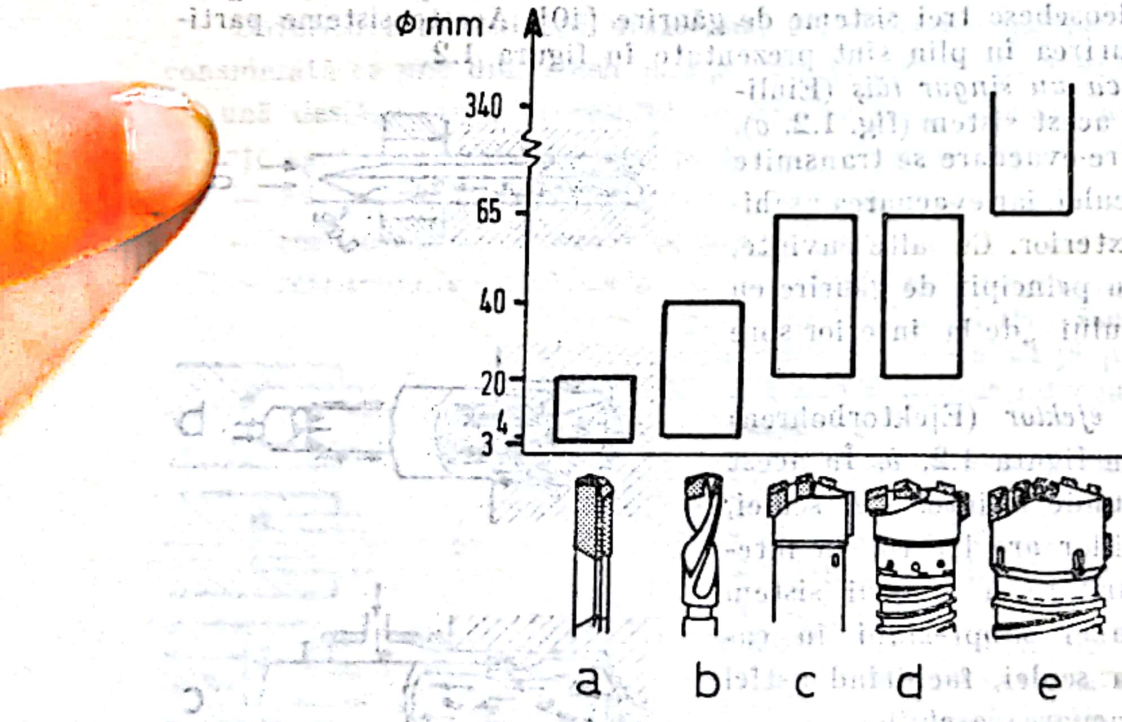


Fig. 1.3. Exemple de scule pentru găurire în plin, în funcţie de domeniul de utilizare :

a — sculă cu un singur tăiş, cu canale drepte ; *b* — sculă cu un singur tăiş, cu canale elicoidale ; *c* — sculă cu plăcuţe lipite, sistem B.T.A. ; *d* — sculă cu plăcuţe lipite, sistem ejektor ; *e* — sculă cu plăcuţe schimbabile, sistem B.T.A.

Scanned with OKEN Scanner

— scula cu plăcuțe lipite (fig. 1.3, *d*) face parte din sistemul ejektor, iar

— sculele pentru găuri adînci, cu plăcuțele lipite (fig. 1.3, *c*) și cu plăcuțe schimbabile (fig. 1.3, *e*) sînt destinate de a lucra în sistemul B.T.A. cu sensul de circulație a lichidului de așchiere „de la exterior spre interior".

Deoarece în industria constructoare de mașini procedeul de găurire în sistemul B.T.A. este cel mai răspîndit, iar sculele aferente prezintă performanțe așchietoare superioare, avînd în același timp și cel mai larg domeniu de aplicabilitate, în continuare vor fi tratate numai acele construcții de scule care fac parte din acest sistem. Pentru realizarea găurilor lungi, în sistemul B.T.A. sculele se utilizează pe mașini speciale destinate executării găurilor adînci „Tiefbohrmaschine" la care mișcările principale de așchiere sînt :

— mișcarea de rotație relativă între sculă și semifabricat ;

— mișcarea de avans a sculei față de semifabricat.

În figura 1.4 este prezentată schema de găurire după sistemul B.T.A. [41], unde se pot vedea și cele trei procedee deja amintite : găurirea în plin (fig. 1.4, *a*), găurirea inelară (fig. 1.4, *b*) și procedeul de lărgire (fig. 1.4, *c*).

Ca părți componente principale ale mașinii pentru găuri adînci, avînd rol funcțional direct în procesul de găurire, se pot releva următoarele subansamble și piese notate cu pozițiile :

1 — cap de alimentare pentru lichidul de găurire ;

2 — sistemul de ghidare și etanșare a tijei portsculă ;

3 — bucșă de centrare a sculei.

Notațiile utilizate : n — turația mișcării de rotație relativă între sculă și semifabricat ; s — mișcarea de avans a sculei în raport cu semifabricatul.

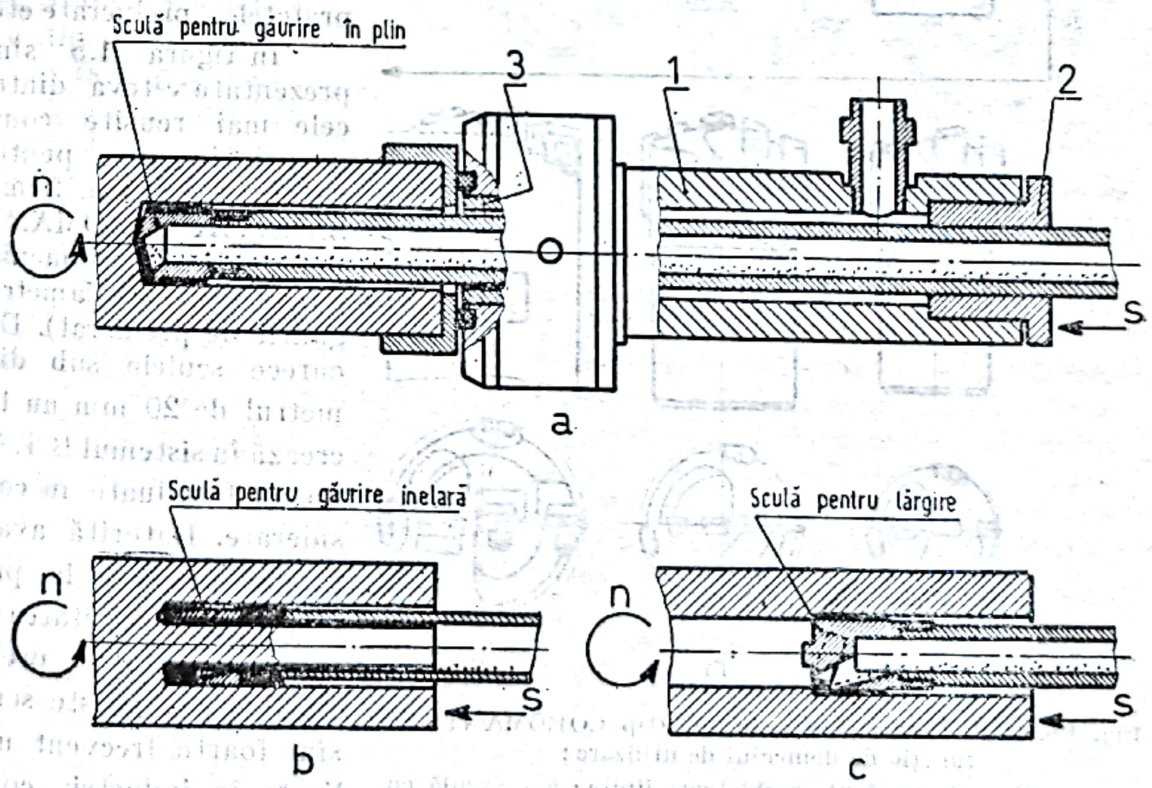


Fig. 1.4. Schema celor trei procedee de găurire în sistemul B.T.A. : *a* — găurire în plin, *b* — găurire inelară ; *c* — procedeu de lărgire.

1.2. Tipurile de scule pentru găuri adînci

Cele mai cunoscute construcţii de scule pentru găuri adînci care s-au impus prin performanţe aşchietoare superioare de-a lungul anilor provin de la două mari firme europene de prestigiu [40, 41] : SANDVIK COROMANT (Suedia) şi HELLER—BREMEN (R.F.G.). În general, pentru a putea caracteriza o asemenea sculă se apelează la noţiunea de capacitate de aşchiere. Ca indicatori principali pentru aprecierea capacităţii de aşchiere se pot aminti [12, 30, 31, 36, 38,] :

— la scule monobloc cu plăcuţe lipite : durabilitatea, numărul de reascuţiri, forţele de aşchiere, sfărîmarea şi posibilitatea evacuării aşchiilor, productivitatea, precizia dimensională, rugozitatea suprafeţelor prelucrate etc ;

— la construcţii de scule cu plăcuţe schimbabile : calitatea şi numărul muchiilor aşchietoare ale plăcuţelor, forţele care apar la găurire, fragmentarea şi evacuarea aşchiilor, menţinerea parametrilor de lucru după schimbarea muchiilor aşchietoare, productivitatea, precizia macro şi micromolgeometrică a suprafeţelor prelucrate etc.

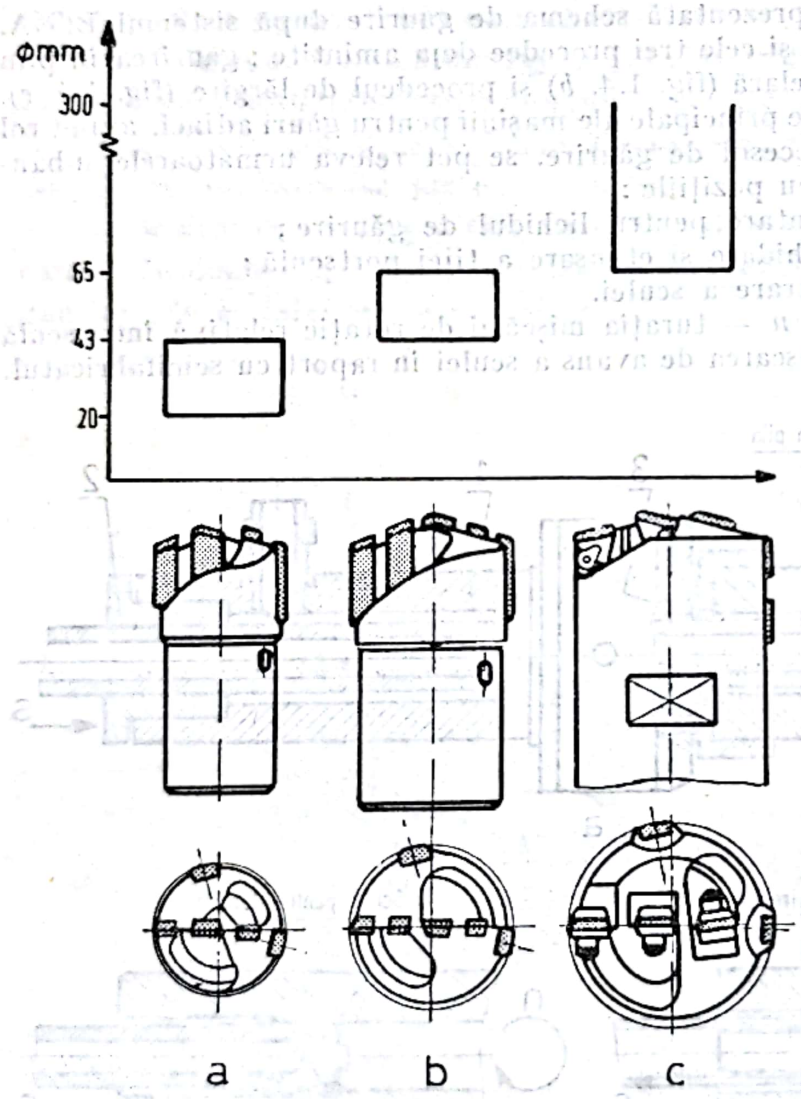


Fig. 1.5. Scule pentru găurire în plin (tip COROMANT), în funcţie de domeniul de utilizare :

a — sculă cu trei plăcuţe aşchietoare lipite ; *b* — sculă cu patru plăcuţe aşchietoare lipite ; *c* — sculă cu trei (sau mai multe) plăcuţe aşchietoare schimbabile.

În figura 1.5 sînt prezentate cîteva dintre cele mai reuşite construcţii de scule pentru găuri adînci ale firmei SANDVIK COROMANT, în funcţie de domeniul de utilizare (diametrul găurii de prelucrat). Deoarece sculele sub diametrul de 20 mm nu lucrează în sistemul B.T.A., nu au fost luate în considerare. Datorită avantajelor pe care le prezintă (productivitatea ridicată, calitatea prelucrării etc)., aceste scule sînt foarte frecvent utilizate în industria constructoare de maşini, dar

Scanned with OKEN Scanner

în special în industria constructoare de mașini-unelte.

Cele trei tipuri de scule fără recuperarea miezului, din figura 1.5, sînt executate în două variante : cu plăcuțe lipite și cu plăcuțe schimbabile ;

— scula cu trei plăcuțe așchietoare lipite cu o plăcuță de reazem și una de conducere (fig. 1.5, *a*) asigurînd multiple posibilități de reascuțire, este destinată executării găurilor în plin pentru intervalul de diametre 20 ... ... 43 mm ;

— scula pentru găuri adînci cu patru plăcuțe așchietoare lipite, o plăcuță de reazem și una de conducere (fig. 1.5, *b*) se folosește în scopul realizării găurilor în plin pentru domeniul cuprins între ∅43 ... ..., ∅65 mm și care de asemenea permite un număr mare de reascuțiri ;

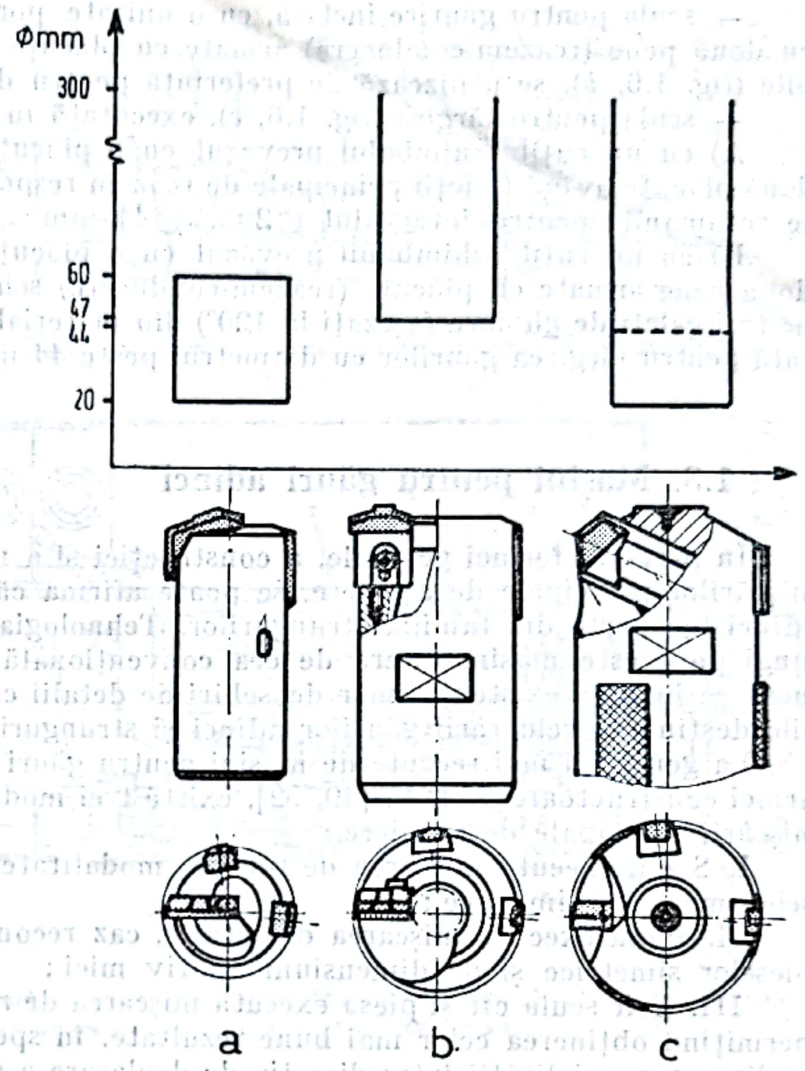


Fig. 1.6. Scule pentru găuri adînci (tip HELLER), în funcție de domeniul de utilizare : *a* — sculă pentru găurire în plin, cu o plăcuță așchietoare lipită ; *b* — sculă pentru găurire inelară cu o unitate port-plăcuță schimbabilă ; *c* — sculă pentru lărgire-alezare, cu un cuțit schimbabil.

— scula cu mai multe plăcuțe așchietoare schimbabile (în cazul figurii 1.5, *c* cu trei plăcuțe așchietoare schimbabile) și cu două pene armate cu plăcuțe (reazem-conducere), este destinată pentru a executa găuri în plin avînd diametre peste 65 mm. Este evident că la aceste construcții de scule, pe măsura măririi diametrului de prelucrat, numărul plăcuțelor așchietoare respectiv lățimea lor crește, permițînd astfel ca în timpul așchierii tot materialul din interiorul găurii să fie transformat în așchii.

Cele mai reprezentative constructii de scule ale firmei HELLER. BREMEN, în funcție de domeniul de aplicare (intervalul de diametre a găurii de prelucrat) și destinația tehnologică (procedeu de prelucrare) sînt prezentate în figura 1.6, astfel :

— scula pentru găurire în plin, cu o plăcuță așchietoare lipită cu o plăcuță de reazem și una de conducere (fig. 1.6, *a*) este recomandată pentru domeniul de lucru ∅20...∅60 mm ;

Scanned with OKEN Scanner

— scula pentru găurire inelară, cu o unitate port-plăcuță schimbabilă, cu două pene (reazem-conducere) armate cu plăcuțe de asemenea schimbabile (fig. 1.6, *b*), se utilizează de preferință pentru diametre peste 47 mm ;

— scula pentru lărgire (fig. 1.6, *c*), executată în două variante :

A) cu un cuțit schimbabil prevăzut cu o plăcuță aşchietoare lipită cu două plăcuțe avînd funcții principale de reazem respectiv de conducere, care se recomandă pentru intervalul $\varnothing 20 \ldots \varnothing 44$ mm ;

B) cu un cuțit schimbabil prevăzut cu o plăcuță aşchietoare lipită cu două pene armate cu plăcuțe (reazem-conducere) schimbabile, suplimentată de trei galeți de ghidare (aşezați la 120°) din material plastic, care este indicată pentru lărgirea găurilor cu diametrul peste 44 mm.

1.3. Maşini pentru găuri adînci

În privința formei generale, a construcției şi a modului de realizare a mişcărilor principale de aşchiere, se poate afirma că maşinile pentru găuri adînci fac parte din familia strungurilor. Tehnologia de execuție a găurilor lungi pe aceste maşini diferă de cea convențională aplicată pe strunguri, lucru ce implică existența unor deosebiri de detalii constructive, între maşinile destinate prelucrării găurilor adînci şi strungurile normale.

La generații mai recente de maşini pentru găuri adînci, de exemplu ale firmei constructoare V.D.F. [40, 52], există trei modalități pentru realizarea mişcării principale de aşchiere :

I. Scula execută mişcarea de rotație, modalitate utilizată în cazul pieselor mari şi asimetrice ;

II. Piesa execută mişcarea de rotație, caz recomandat pentru găurirea pieselor simetrice şi de dimensiuni relativ mici ;

III. Atît scula cît şi piesa execută mişcarea de rotație, în sensuri opuse, permițînd obținerea celor mai bune rezultate, în special în ceea ce priveşte realizarea coaxialității între direcția de deplasare a sculei şi axa de simetrie a piesei.

În toate cele trei cazuri, mişcarea de avans este realizată de sculă, respectiv tija portsculă.

Este evident că pentru obținerea celor două mişcări de rotație, maşinile pentru găuri adînci sînt dotate cu două capete de forță — unul pentru antrenarea sculei prin intermediul păpuşii fixe — unul pentru antrenarea sculei prin intermediul păpuşii porttijă de găurire.

În figura 1.7 se prezintă ansamblul general al unei maşini pentru găuri adînci [52]. În vederea laterală (fig. 1.7, *a*) şi cea de sus (fig. 1.7, *b*) se remarcă cu uşurință, părțile componente ale unei asemenea maşini care sînt poziționate astfel :

1) motor de antrenare pentru păpuşa fixă ;
2) capacul transmisiei ;
3) păpuşa fixă ;
4) apărător pentru mandrină ;
5) linetă cu role pentru piesă ;
6) sanie cu motor pentru mers rapid şi lent ;

Scanned with OKEN Scanner

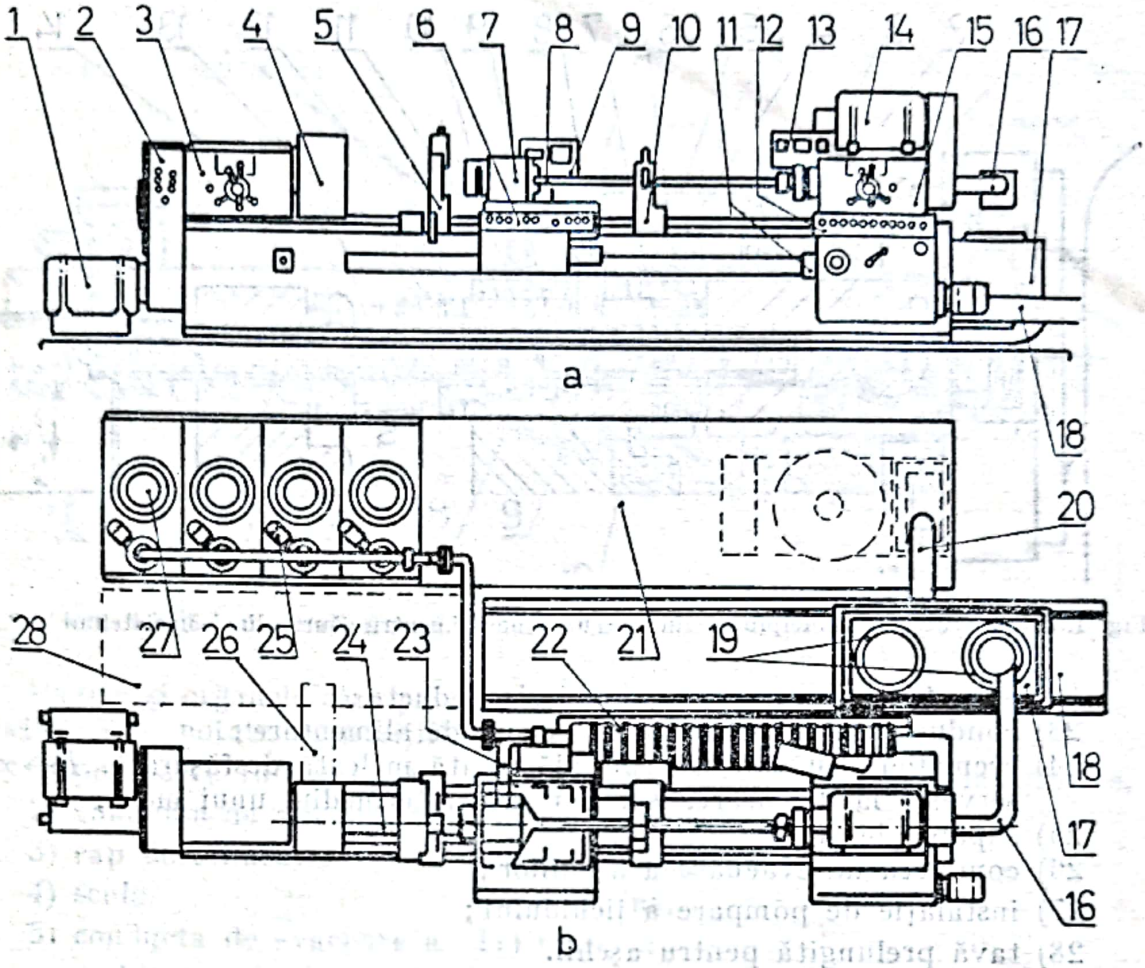


Fig. 1.7. Vederea generală a unei maşini pentru găuri adînci „Tiefbohrmaschine": *a* — vederea laterală; *b* — vederea de sus.

7) cap de alimentare pentru lichidul de găurire;
8) tijă de găurire;
9) instrumente de măsurare şi control (pentru presiunea de strîngere a flancului de etanşare şi pentru presiunea lichidului);
10) linetă mobilă pentru tija de găurire;
11) cutie cu microcontactoare pentru programarea curselor de lucru;
12) sanie cu motor pentru mers rapid şi avansul reglabil;
13) instrumente de măsurare şi control (pentru funcţionarea motorului păpuşii fixe şi pentru componenta de avans a forţei de aşchiere);
14) motor de antrenare pentru păpuşa porttijă de găurire;
15) păpuşă porttijă de găurire;
16) conducta de evacuare a aşchiilor;
17) cărucior pentru aşchii;
18) colector pentru lichidul de găurire;
19) recipient schimbabil pentru aşchii;
20) conductă pentru lichid (de la colector la instalaţia de filtrare);
21) rezervor;

Scanned with OKEN Scanner

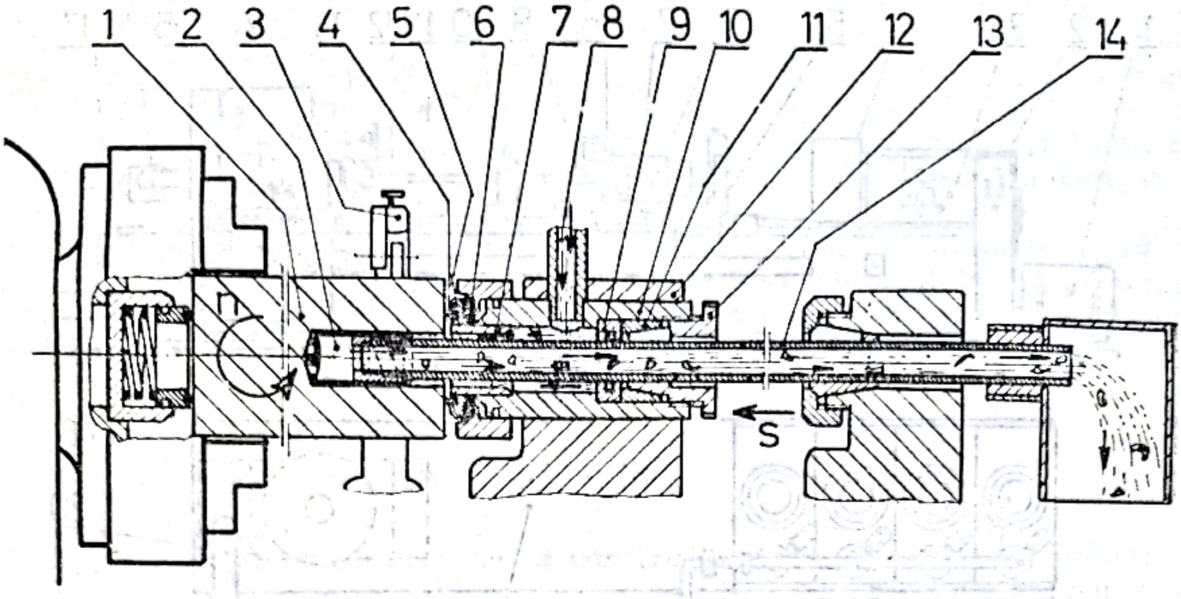


Fig. 1.8. Construcția și principiul de lucru al unei mașini pentru găuri adînci, în sistemul B.T.A.

22) suport flexibil pentru cabluri și conducte ;
23) conductă de presiune pentru capul de alimentare ;
24) cremalieră cu dantură specială (roată melcată desfășurată, $R \to \infty$) servește la deplasarea săniilor prin intermediul unui melc ;
25) supapă de suprapresiune ;
26) conductă de evacuare a așchiilor ;
27) instalație de pompare a lichidului ;
28) tavă prelungită pentru așchii.

Construcția și principiul de lucru ale unei mașini destinate prelucrării găurilor lungi în sistemul B.T.A. sînt arătate în figura 1.8. Piesa execută mișcarea de rotație cu turația n, iar scula execută numai mișcarea de avans s. Această variantă a mișcărilor de așchiere se utilizează cel mai frecvent, deoarece majoritatea pieselor au configurația simetrică și sînt relativ mici. Secțiunea longitudinală efectuată în spațiul de lucru permite relevarea pieselor componente ale mașinii [40], care concură direct la realizarea operației de găurire, astfel :

1) piesa de găurit ;
2) scula ;
3) linetă ;
4) garnituri ;
5) inel de presiune ;
6) garnituri ;
7) bucșa de centrare a sculei ;
8) racord pentru lichidul de găurire ;
9) garnitură de etanșare ;
10) bucșă ;
11) bucșă conică ;
12) sanie ;
13) bucșă de ghidare ;
14) tijă portsculă.

În scopul punerii în evidență a sistemului de circulație a lichidului de găurire «de la exterior spre interior» se utilizează figura 1.9. Săgețile indică sensul de circulație a lichidului atît de caracteristic procedeului B.T.A. Pentru a putea exercita în bune condițiuni efectul complex pe care îl are lichidul în procesul de găurire, în figura 1.9 este ilustrat întregul itinerar al circulației lichidului de așchiere din interiorul mașinii [39, 41].

Scanned with OKEN Scanner

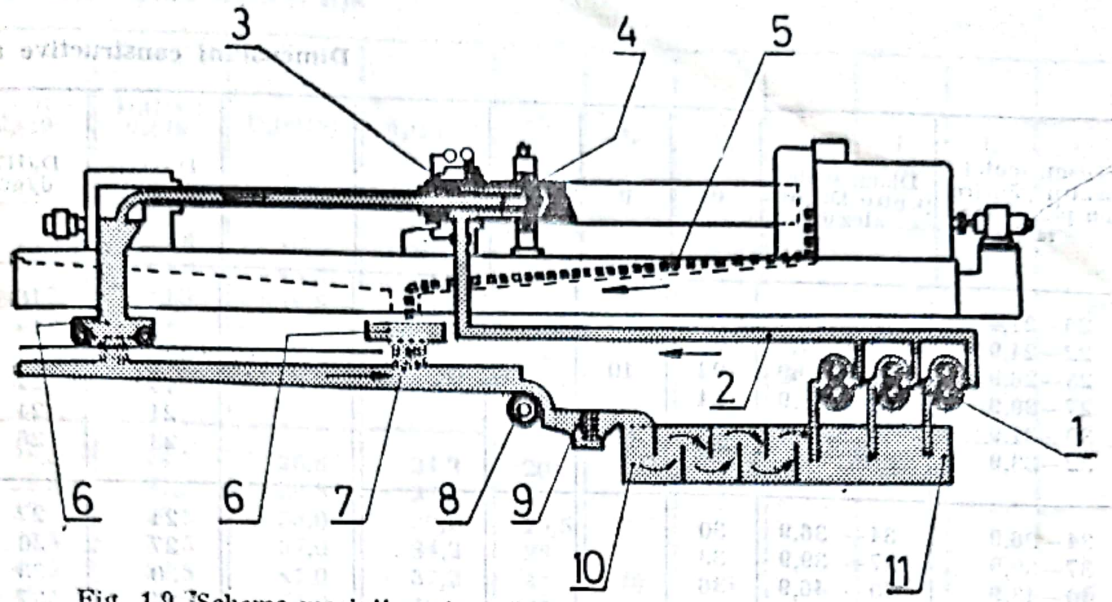


Fig. 1.9. Schema mașinii pentru găuri adînci, lucrînd după sistemul B.T.A.

Piesele și organele care participă direct sau indirect la această circulație, sînt notate cu pozițiile :

1) pompe cu roți dințate,
2) conducta de alimentare,
3) cap de alimentare,
4) scula,
5) conducta de evacuare a așchiilor,
6) cărucior pentru așchii.
7) colector pentru lichidul de găurire,
8) colector magnetic,
9) filtru magnetic,
10) sită fină,
11) rezervor.

1.4. Elemente de fixare a sculei

La prelucrarea găurilor adînci, tijele de găurire îndeplinesc două funcții importante :

— funcția de portsculă, asigurînd pătrunderea sculei la adîncimea dorită și,

— funcția de conductă (țeavă) de evacuare a așchiilor prin intermediul lichidului de găurire.

Rezultă deci că îmbinarea (demontabilă) între sculă și tija de găurire este menită să asigure o mare rezistență la răsucire și compresiune (capabilă să învingă forțele de așchiere care apar), o concentricitate riguroasă (în scopul obținerii rectilinității avansării) și o bună etanșeitate (necesară evacuării așchiilor cu ajutorul lichidului sub presiune). În concordanță cu aceste exigențe, fixarea, respectiv centrarea sculei față de tija de găurire [40, 41], se realizează prin intermediul unei asamblări filetate (cu filet pătrat special pe dreapta cu un început) și două ajustaje cilindrice. Configurația capătului de fixare a tijei conținînd parametrii dimensionali ai filetului exterior și ai

Dimensiuni constructive ale

Diam. sculei pentru găurire din plin și inelară	Diam. sculei pentru lărgire-alezare	d	p	S(H12)	s(h10)	S_1	D_1(H7) d_1(g6)	D_2(H7) d_2(g6)
20—21,9	20— 21,9	18					14,5	16,5
22—24,9	22— 24,9	20					16	19
25—26,9	25— 26,9	22	10	5,1	4,95	5,5	17	20
27—29,9	27— 29,9	24					19	22
30—31,9	30— 31,9	26					21	24
32—33,9	32— 33,9	28					23	26
34—36,9	34— 36,9	30					24	27
37—39,9	37— 39,9	33					27	30
40—43,9	40— 46,9	36					30	33
44—46,9	47— 56,9	39					34	37
47—51,9	57— 60,9	43	20	10,1	9,95	10,7	37	41
52—56,9	61— 67,9	47					40	44
57—60,9	68— 74,9	51					45	49
61—67,9	74— 80,9	56					49	53
68—74,9	81— 90,9	62					54	59
75—80,9	91— 98,9	68					60	65
81—90,9	99—110,9	75					66	71
91—98,9	111—122,9	82					74	79
99—110,9	123—134,9	94	40	20,2	19,90	21	85	90
111—122,9	135—148,9	106					97	102
123—134,9	149—161,9	118					109	114
135—148,9	162—173,9	130					121	126
149—161,9	174—185,9	142					134	139
162—173,9	186—197,9	154					145	151
174—185,9	198—209,9	166					157	163
186—197,9	210—221,9	178	56	28,2	27,90	30	169	175
198—209,9	222—233,9	190					181	187
210—221,9		202					193	199

* Legendă:
— Literele majuscule se referă la filetul interior și alezajele de centrare a sculei.
— Literele minuscule se referă la filetul interior și suprafețele cilindrice ale tijei.

celor două suprafețe cilindrice este arătată în figura 1.10. Partea conjugată a fixării, ce aparține de data aceasta sculei, cu filet interior și cu două alejzaje cilindrice poate fi văzută în figura 1.11. În funcție de diametrul de lucru și tipul sculei pentru găuri adînci, în tabelul 1.1 [40, 41], sînt redate dimensiunile constructive ale acestei îmbinări speciale cu filet pătrat și două suprafețe cilindrice de centrare.

Se observă cu ușurință că dimensiunile nominale ale alezajului (aparținînd sculei) și ale arborelui (aparținînd tijei) sînt identice, iar caracterul ajustajului îmbinării (atît la partea filetată cît și la partea cilindrică) se realizează cu ajutorul abaterilor față de aceste dimensiuni nominale. Pentru a fi în concordanță cu sistemele de toleranțe clasice, dimensiunile părții fi-

Scanned with OKEN Scanner

îmbinării dintre sculă și tijă

Tabelul 1.1

D_3(D11) d_3(d9)	D_4(D11) d_4(d9)	D_5(H12)	d_5(h10)	D_6 d_6	L	L_1	L_2	l	l_1	l_2
16,4	14,6	16,6	14,5	12						
18,5	16,5	18,8	16,4	13						
19,5	17,5	19,8	17,4	14	25	21	3	26	5	23
21,5	19,5	21,8	19,2	15,5						
23,5	21,5	23,8	21,2	17						
25,5	23,5	25,8	23,2	18,5						
26,5	24,5	26,8	24,2	20						
29,5	27,5	29,8	27,2	23						
32,5	30,5	33,0	30,2	25,5						
36,5	34,5	37,0	34,2	28						
40,5	37,5	41,0	37,2	31	40	35	5	41	6	36
43,5	40,5	44,0	40,2	35						
48,5	45,5	48,0	45,2	39						
52,5	49,5	53,0	49,2	43						
58,5	54,5	59,0	54,2	48						
64,5	60,5	65,0	60,2	53						
70,5	66,5	71,0	66,2	59						
78,5	74,5	79,0	74,2	66						
89,5	85,5	90,0	85,0	78	70	65	5	71	6	66
101,5	97,5	102,0	97,0	90						
113,5	109,5	114,0	109,0	102						
125,5	121,5	126,0	121,0	114						
138,5	134,5	139,0	134,0	126						
150,5	145,5	151,0	145,0	138						
162,5	157,5	163,0	157,0	150						
174,5	169,5	175,0	169,0	162	85	79	5	86	7	81
186,5	181,5	187,0	181,0	174						
198,5	193,5	199,0	193,0	186						

letate și de centrare a sculei (a alezajului) au fost notate cu litere majuscule, iar cele ale tijei (ale arborelui) au fost notate cu litere minuscule.

În practica de exploatare a sculelor destinate executării găurilor adînci, s-a dovedit foarte utilă folosirea unor reducții, care se interpun între sculă și tija de găurire. Legătura demontabilă, între sculă și tija de găurire, realizată prin intermediul reducțiilor, prezintă o serie de avantaje, ca :

— posibilitatea utilizării unei game largi de scule, chiar dacă lipsesc unele tipodimensiuni de tije din seria normală ;

— evitarea schimbării tijei de găurire (cu toate anexele ei) în cazul folosirii sculelor de dimensiuni apropiate ;

— protejarea suprafețelor de îmbinare a tijelor.

Scanned with OKEN Scanner

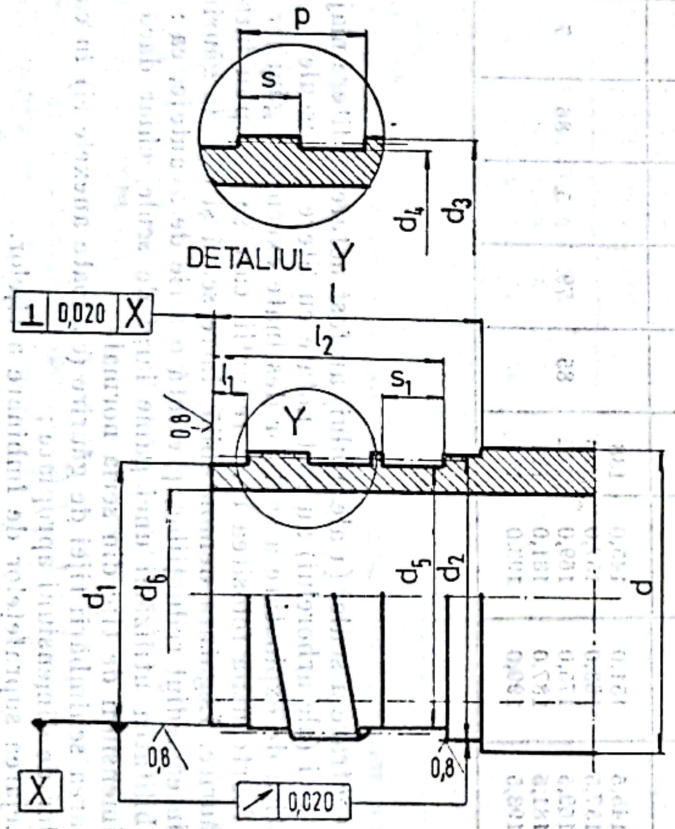


Fig. 1.10. Forma și parametrii dimensionali ai părții de îmbinare a tijei portsculă.

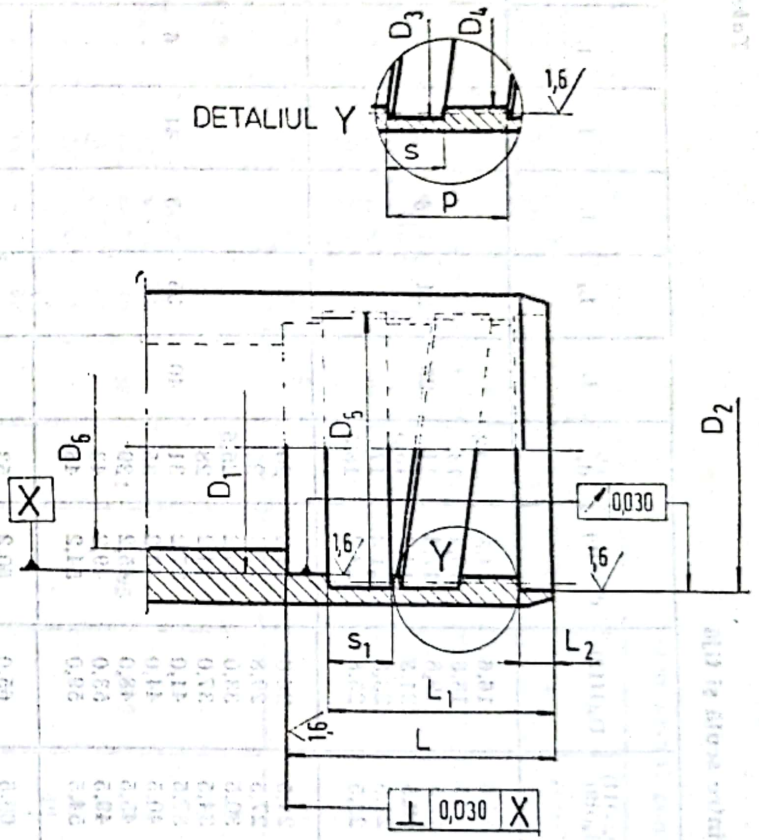


Fig. 1.11. Forma și parametrii dimensionali ai părții de îmbinare a sculei.

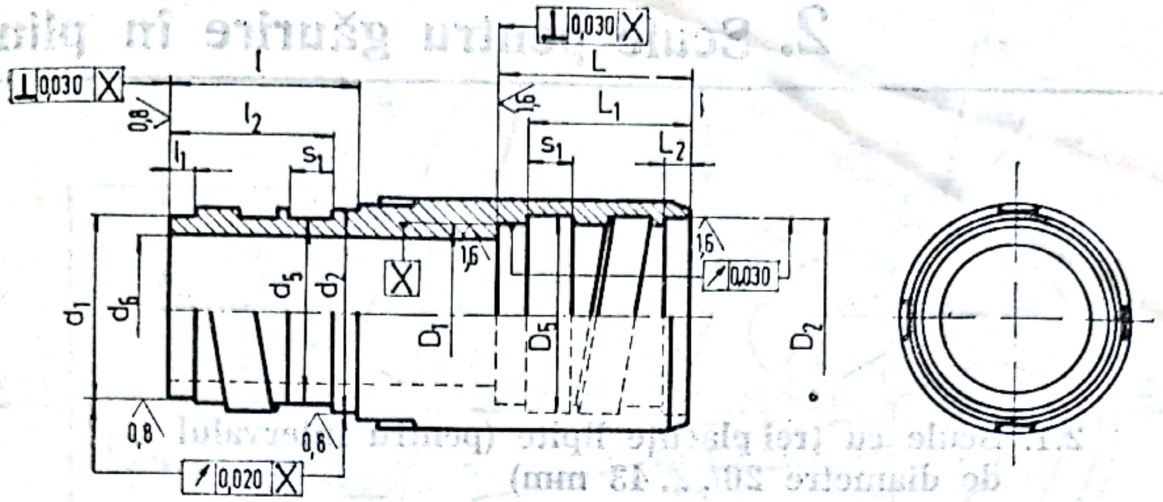


Fig. 1.12. Reducție cu patru locașuri frezate pentru cheie cu cioc.

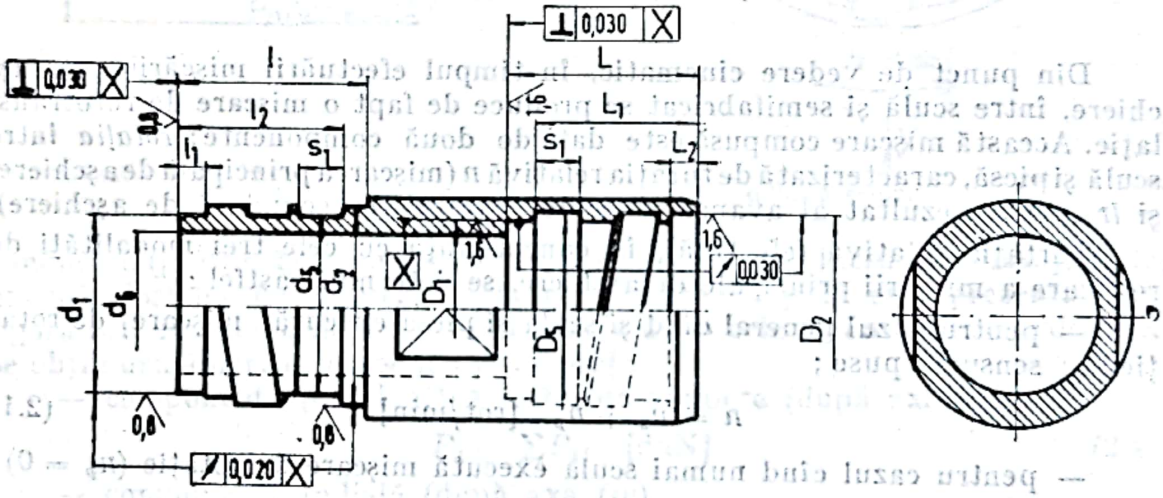


Fig. 1.13. Reducție cu două aplatisări pentru cheie obișnuită.

Două dintre cele mai cunoscute și utilizate reducții sînt prezentate în figurile 1.12 și 1.13. În cazul variantei constructive din figura 1.12, operația de înșurubare și deșurubare a reducției pe tijă se efectuează cu ajutorul unei chei cu cioc. Reducția în varianta cu două aplatisări pentru montare-demontare (fig. 1.13), poate fi manipulată ușor cu o cheie obișnuită pentru piulițe hexagonale.

În cazul ambelor variante, dimensiunile constructive ale părții filetate și de centrare se aleg din tabelul 1.1.

Scanned with OKEN Scanner

2. Scule pentru găurire în plin

2.1. Scule cu trei plăcuțe lipite (pentru intervalul de diametre 20 . . . 43 mm)

2.1.1. Distribuția forțelor și mișcarea de rototranslație

Din punct de vedere cinematic, în timpul efectuării mișcărilor de așchiere, între sculă și semifabricat se produce de fapt o mișcare de rototranslație. Această mișcare compusă este dată de două componente; *rotația* între sculă și piesă, caracterizată de turația relativă n (mișcarea principală de așchiere) și *translația* rezultat al avansării sculei s (mișcare secundară de așchiere).

Turtația relativă (efectivă), în concordanță cu cele trei modalități de realizare a mișcării principale de așchiere, se determină astfel :

— pentru cazul general cînd și scula și piesa execută mișcare de rotație, în sensuri opuse ;

$$n = n_s + n_p \quad [\text{rot/min}] \tag{2.1}$$

— pentru cazul cînd numai scula execută mișcare de rotație ($n_p = 0$) ;

$$n = n_s \quad [\text{rot/min}] \tag{2.2}$$

— pentru cazul cînd numai piesa execută mișcare de rotație ($n_s = 0$) ;

$$n = n_p \quad [\text{rot/min}] \tag{2.3}$$

Desigur, pentru a obține o așchiere corespunzătoare, parametrii cinematici ai procesului de găurire (n și s) se determină de la caz la caz în funcție de condițiile tehnologice în care are loc găurirea.

Pentru a putea efectua o analiză adecvată a comportării sculei sub acțiunea forțelor de legătură, se situează scula într-un sistem de referință rectangular drept x0yz (fig. 2.1), în așa fel ca direcția avansului și axa de rotație să coincidă cu axa ox a sistemului,. Momentul de rotație motor M_m și forța motrică de avans P_m, sînt factorii care imprimă cuplului cinematic *sculă-piesă* acea mișcare relativă de șurub, prin care plăcuțele așchietoare ale sculei (poziția 1, 2 și 3) din figura 2.1, degajează toată cantitatea de material sub formă de așchii din interiorul găurii prelucrate.

În scopul evitării devierii sculei, la unghiurile de poziție β_1 și β_2 se dispun două plăcuțe avînd funcții principale de reazem (poziția I) și de

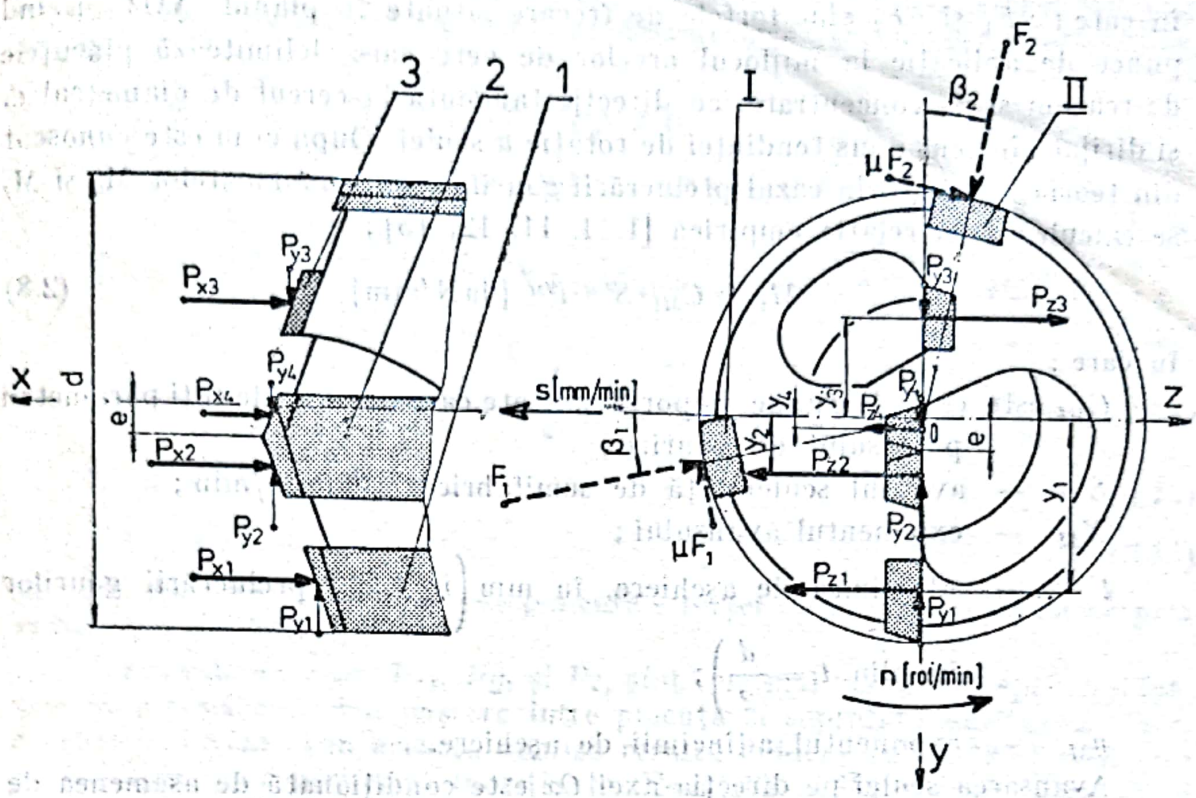


Fig. 2.1. Schema sistemului de forțe care sclicită scula.

conducere (poziția II). Angajarea sculei în procesul de lucru este însoțită de apariția forțelor de așchiere a căror orientare spațială este prezentată în figura 2.1. Reducînd acest sistem de forțe după cele trei axe de coordonate, se obțin următoarele componente [34, 40] :

— componenta principală a forței de așchiere (după axa OZ),

$$P_z = \Sigma P_{zi} \quad [\text{daN}] \tag{2.4}$$

— componenta radială (după axa Oy),

$$P_y = \Sigma P_{yi} \quad [\text{daN}] \tag{2.5}$$

— componenta de avans (după axa Ox),

$$P_x = \Sigma P_{xi} \quad [\text{daN}] \tag{2.6}$$

La prima vedere se poate remarca, că relațiile (2.4) (2.5) și (2.6) au valabilitate generală pentru toate construcțiile similare de scule, indiferent de numărul plăcuțelor așchietoare. Reacțiunile normale în dreptul plăcuțelor de reazem, respectiv de conducere, F_1 și F_2, fac parte din grupul forțelor de legătură. Aceste forțe ai căror suporți (direcție) trec în permanență prin axa de rotație a sculei (axa Ox) apar ca o consecință a principiului acțiunuii-reacțiunii.

Pentru realizarea mișcării de rotație este necesar ca momentul motor să fie mai mare ca momentul rezistent (compus din momentul forțelor de așchiere M_a și momentul forțelor de frecare M_f) ceea ce se exprimă matematic prin inegalitatea :

$$M_m > M_a + M_f = \Sigma\, y_i P_{zi} + \frac{d}{2}\mu(F_1 + F_2) \quad [\text{daN/mm}] \tag{2.7}$$

în care ; μF_1 și μF_2 sînt forțele de frecare situate în planul yOz ; avînd punct de aplicație la mijlocul arcelor de cerc care delimitează plăcuțele de reazem și de concentrare, cu direcție tangentă la cercul de diametrul d, și dirijate în sens opus tendinței de rotație a sculei. După cum este cunoscut din teoria așchierii, în cazul prelucrării găurilor suma momentelor M_a și M_f se calculează cu relația empirică [1, 4, 11, 12, 13] ;

$$M_t = C_{Mt} \cdot S^{x_M} \cdot t^{y_M} \text{ [daN/mm]} \qquad (2.8)$$

în care :

C_{Mt} este coeficientul de proporționalitate care depinde de toți parametrii procesului de găurire ;

S — avansul sculei față de semifabricat, în mm/min ;

X_M — exponentul avansului ;

t — adîncimea de așchiere, în mm (în cazul prelucrării găurilor în plin $t = \frac{d}{2}$) ;

y_M — exponentul adîncimii de așchiere.

Avansarea sculei pe direcția axei Ox este condiționată de asemenea de o inegalitate între forța motrică de avans și forțele rezistente, adică :

$$P_m > P_x + P_f = \sum P_{zi} + \mu(F_1' + F_2') \quad \text{[daN]} \qquad (2.9)$$

Forțele de frecare $\mu F_1'$ și $\mu F_2'$ sînt situate de-a lungul generatoarei cilindrului cu diametrul d la mijlocul plăcuțelor de reazem-conducere și dirijate în sens contrar tendinței de avansare a sculei. Forța axială în procesul de găurire reprezentînd suma forțelor P_x și P_y este dată de relația cunoscută din literatura de specialitate [1, 4, 11, 12, 13] ;

$$P = C_p \cdot S^{x_p} \cdot t^{y_p} \quad \text{[daN]} \qquad (2.10)$$

unde :

C_p — este coeficientul de proporționalitate care depinde de toți parametrii procesului de găurire ;

S — avansul sculei în raport cu semifabricatul, în mm/min,

x_p — exponentul avansului ;

t — adîncimea de așchiere, în mm (în cazul prelucrării găurilor în plin $t = \frac{d}{2}$) ;

y_p — exponentul adîncimii de așchiere.

În conceptul în care scula și piesa formează un cuplu cinematic, pe baza celor stabilite se constată că scula în mișcarea sa relativă de șurub posedă un singur grad de libertate (rotație în jurul axei Ox și deplasare de-a lungul

Scanned with OKEN Scanner

axei *Ox* legate cinematic între ele), ceea ce se exprimă analitic prin cele șase condiții scrise în raport cu sistemul de referință rectangular xOyz [9, 16, 17, 22, 26] :

$$\Sigma X \neq 0\ ;\ P_m - P_x - \mu(F_1' + F_2') \neq 0 \tag{2.11}$$

$$\Sigma Y = 0\ ;\ F_2(\cos\beta_2 + \mu \sin\beta_2) - F_1(\sin\beta_1 + \mu\cos\beta_1) - P_y = 0 \tag{2.12}$$

$$\Sigma Z = 0\ ;\ F_1(\cos\beta_1 - \mu\sin\beta_1) - F_2(\sin\beta_2 - \mu\cos\beta_2) - P_z = 0 \tag{2.13}$$

$$\Sigma M_x \neq 0\ ;\ M_m - \Sigma yi\ P_{zi} - \frac{d}{2}\mu(F_1 + F_2) \neq 0 \tag{2.14}$$

$$\Sigma M_y = 0. \tag{2.15}$$

$$\Sigma M_z = 0. \tag{2.16}$$

în care Px, Py și Pz sînt componentele forței de așchiere exprimate prin relațiile (2.4) (2.5) și (2.6).

Forțele de așchiere Px_1, Py_1 și Pz_1 sînt cele mai mari, ele cuprind și forțele de frecare care iau naștere între plăcuță și suprafața interioară a alezajului prelucrat. Din această analiză rezultă evident că cea mai solicitată plăcuță este cea periferică (poziția 1). Ecuațiile (2.12) și 2.13) din planul yOz reprezintă de fapt condițiile de echilibru a sculei față de originea sistemului. În acest plan rezultanta sistemului de forțe trebuie să fie nulă. O altă modalitate de relevare a acestei condiții este ilustrată în figura 2.2 prin construcția poligonului forțelor [34] care se închide.

Evaluarea analitică a mărimii forțelor care acționează asupra sculei într-o anumită conjunctură tehnologică dată, de asemenea stabilirea pe cale teoretică a soluțiilor constructive optime pentru diferite procedee de găurire, ridică multe dificultăți în fața constructorilor de scule. Efectuarea lor reclamă în primul rînd un studiu aprofundat multidisciplinar (de matematică, de teoria așchierii, de mecanică, de fizică, de chimie, de rezistența materialelor etc.) însoțit de o aparatură de cercetare adecvată, urmat apoi de calcule laborioase. De aceea, forma și construcția actuală a sculei pentru găuri adînci, poate fi considerată înainte de toate ca un rezultat al încercărilor și experimentărilor îndelungate.

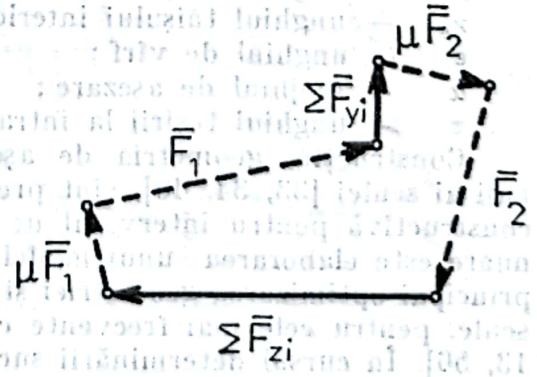


Fig. 2.2. Poligonul forțelor.

2.1.2. Construcție, proiectare

Datorită performanțelor deosebite cum ar fi : productivitate ridicată, durată mare de exploatare, precizie dimensională și rugozitate fină a suprafețelor prelucrate etc., sculele pentru

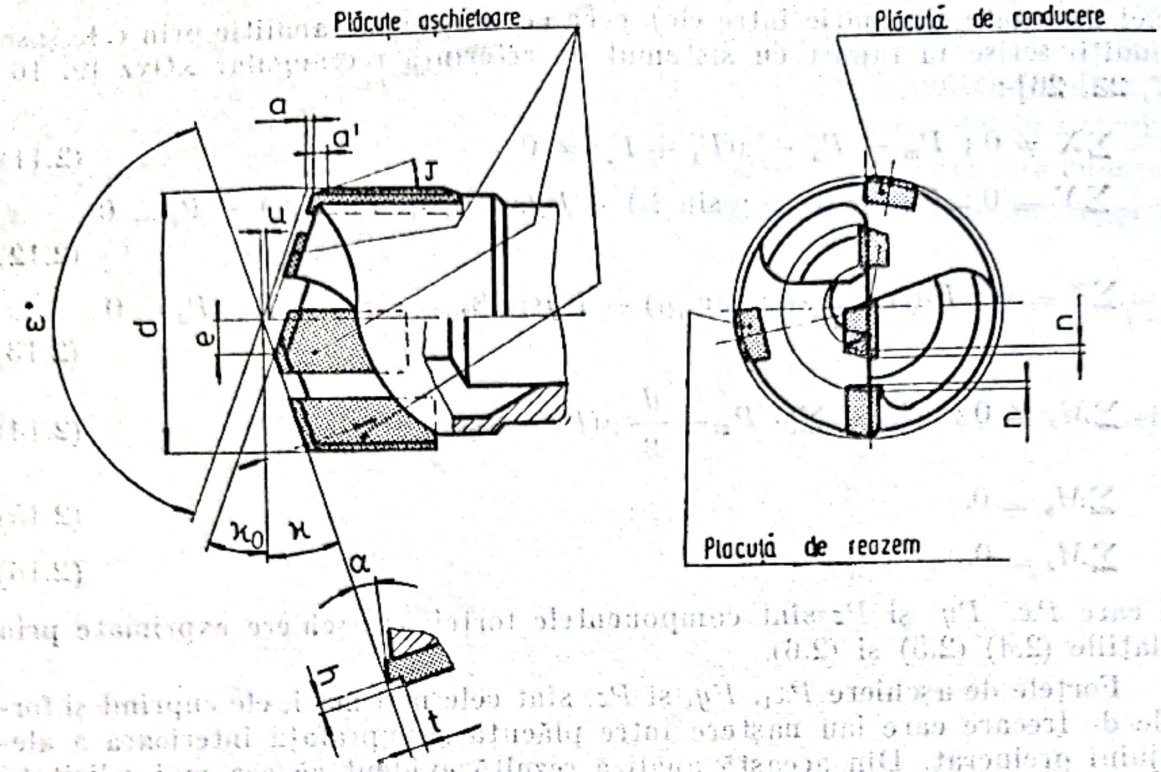


Fig. 2.3. Modelul şi parametrii geometriei sculei.

găuri adînci cu trei plăcuțe aşchietoare şi două plăcuțe de reazem-conducere lipite, sînt foarte frecvent utilizate în industria constructoare de maşini. Aranjamentul spațial şi parametri principali de aşchiere a tăişurilor sculei (considerate într-un sistem de referință constructiv) se pot vedea în figura 2.3 [13, 28, 37, 40].

Notațiile utilizate în această figură sînt :

d — diametrul de lucru (sau acțiv) al sculei ;
t, h — lățimea şi adîncimea degajării pentru fragmentarea aşchiilor ;
a — distanța la intrare ;
a' — teşirea la intrare ;
e — excentricitatea vîrfului ;
n — suprapunerea (intercalarea, acoperirea) plăcuțelor ;
u — decalarea tăişurilor ;
$\varkappa$ — unghiul tăişului principal exterior ;
$\varkappa_0$ — unghiul tăişului interior ;
ε — unghiul de vîrf ;
α — unghiul de aşezare ;
τ — unghiul teşirii la intrare.

Construcția, geometria de aşchiere detaliată şi parametrii dimensionali ai sculei [33, 34, 40], sînt prezentate în figura 2.4. Dată fiind forma constructivă pentru intervalul de diametre 20...43 mm, scopul în continuare este elaborarea unui model de proiectare, avînd la bază dezideratul principal optimizarea geometriei şi mărirea capacității de aşchiere a acestor scule, pentru cele mai frecvente condiții tehnologice de exploatare [8, 12, 13, 56]. În cursul determinării succinte a elementelor constructive şi a parametrilor de aşchiere se va face o referire la desenul sculei din figura 2.4.

Scanned with OKEN Scanner

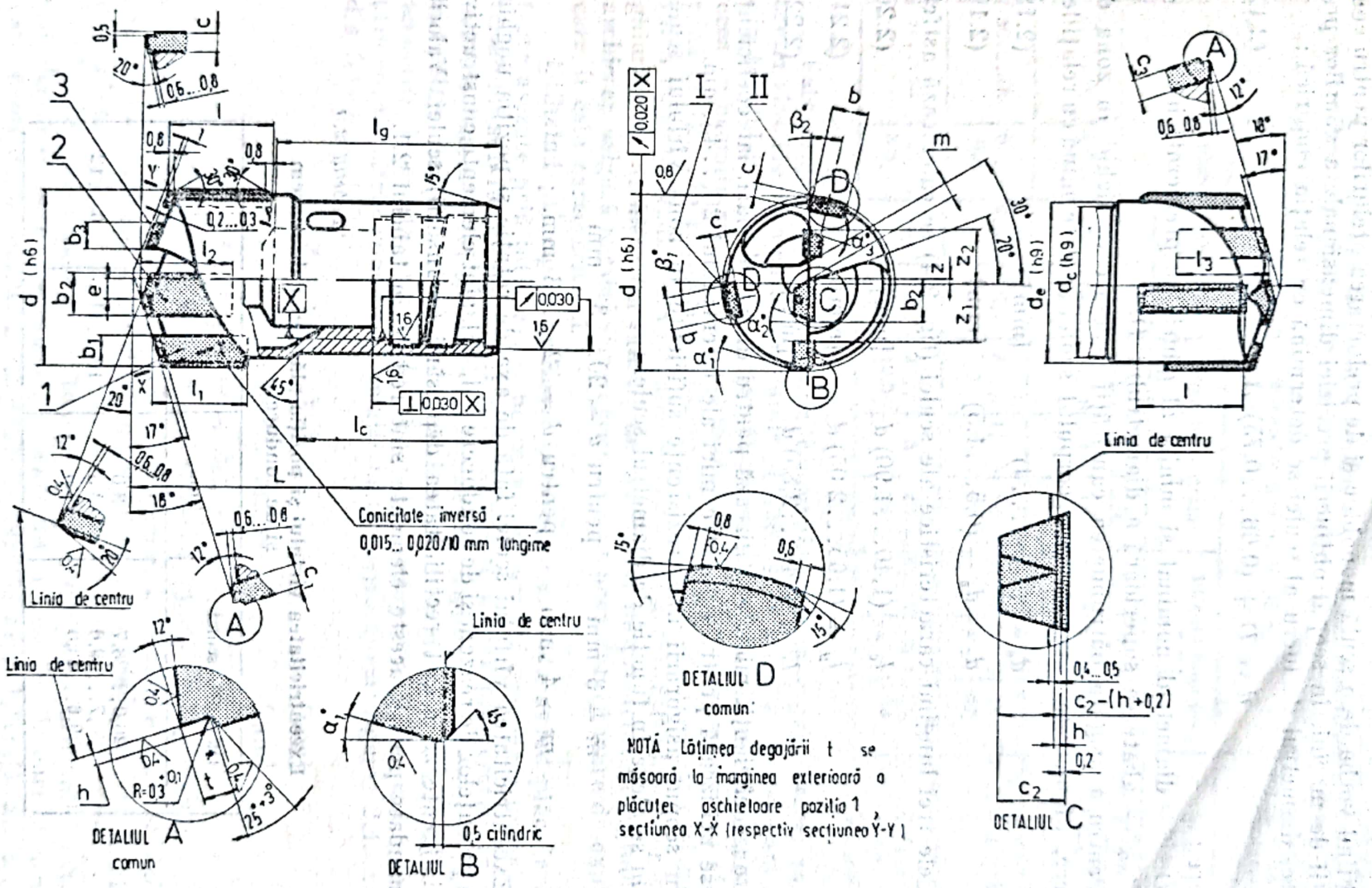


Fig. 2.4. Construcția și geometria sculei.

Fiind vorba de o sculă monobloc și de prelucrarea oțelurilor pentru construcții de mașini, în scopul obținerii preciziei dimensionale a găurilor prelucrate, diametrul de lucru al sculei se determină cu relația empirică :

$$d = D + (0{,}66 \ldots 0{,}75) \cdot A_{SD} \quad [\text{mm}] \qquad (2.17)$$

în care :

D — diametrul nominal și minim al găurii de prelucrat, iar

A_{SD} — abaterea superioară a diametrului D.

Pentru a asigura pătrunderea cantității necesare de lichid în zona de așchiere, diametrele exterioare ale corpului sculei se determină cu relațiile :

$$d_e = d - (2 \ldots 4) \quad [\text{mm}] \qquad (2.18)$$

$$d_c = d_e - (0{,}5 \ldots 1{,}5) \quad [\text{mm}] \qquad (2.19)$$

Cele trei lungimi caracteristice ale sculei (fig. 2.4) se calculează astfel :

$$l_c = (1{,}40 \ldots 1{,}90)\, d \quad [\text{mm}] \qquad (2.20)$$

$$l_g = (1{,}65 \ldots 2{,}05)\, d \quad [\text{mm}] \qquad (2.21)$$

$$L = (2{,}45 \ldots 2{,}85)\, d \quad [\text{mm}] \qquad (2.22$$

în care ; coeficienții mici se utilizează pentru diametre mari, iar coeficienții mari se utilizează pentru diametre mici ale intervalului 20...43 mm.

În scopul asigurării unei rezistențe suficiente în zona vîrfului sculei, cota m se alege în funcție de diametrul sculei :

$m = 3$ mm pentru $d = 20 \ldots 3$ mm

$m = 4$,mm pentru $d = 32 \ldots 43$ mm.

Excentricitatea vîrfului sculei față de axa de rotație și poziția unghiulară a plăcuțelor de reazem și de conducere [34, 40], sînt elemente constructive care influențează direct rectilinitatea deplasării (avansării) sculei. Valorile recomandate pentru aceste elemente sînt redate în tabelul 2.1.

Tabelul 2.1

Excentricitatea vîrfului și poziția plăcuțelor de reazem și de conducere

Diametrul sculei [mm]	e [mm]	β_1[°]	β_2[°]
20,0...28,7 28,7...39,6 39,6...43,0	3,0 3,5 4,5	10...11	6...12

Tabelul 2.2 cuprinde dimensiunile plăcuțelor de așchiere și a celor de reazem respectiv conducere, în funcție de diametrul sculei.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 2.2

Valori orientative pentru dimensiunile plăcuțelor

Diametrul sculei [mm]	Dimensiunile plăcuțelor aşchietoare [mm]									Dimensiunile plăcuțelor de reazem şi de conducere [mm]		
	Plăcuță exterioară Poziția 1			Plăcuță centrală Poziția 2			Plăcuță intermediară Poziția 3			Plăcuțele Poziția I, II		
	b_1	c	l_1	b_2	c_2	l_2	b_3	c_3	l_3	b	c	
20...30	4,5...6	4	12...16	6...8	4	12...16	4...5	4	12...16	5...6	2,5...3	18...22
30...36	6...6,5	4...5	16...20	8...9,5	4...5	16...20	5...6	4...5	16...20	6...7	3...4	22...28
36...43	6,5...8,5	5	20...24	9...10,5	5	20...24	6...7	5	20...24	7...8	4...4,5	28...31

Este evident că dimensiunile locaşurilor executate prin frezare în corpul sculei sînt identice cu dimensiunile plăcuțelor respective. După cum rezultă din tabelul 2.2, sculele sînt prevăzute cu plăcuțe aşchietoare relativ lungi, ceea ce permite efectuarea unui număr mare de reascuțiri, practic ajungînd pînă la 12...15 reascuțiri. Posibilitatea multiplă de reascuțire şi durabilitatea ridicată rezultă dintr-o alegere potrivită a calității plăcuțelor şi a unghiurilor de aşchiere (în funcție de materialul de prelucrat şi regimurile de aşchiere), asigură acestei soluții constructive acea durată mare de exploatare care îi este caracteristică.

Utilizînd principiul aşchierii intermitente, scula avînd plăcuțe aşchietoare aşezate prin intercalare, permite degajarea şi evacuarea uşoară a materialului sub formă de aşchii din interiorul găurii prelucrate. În scopul evitării fenomenului nedorit de rupere şi ştirbire a marginii plăcuțelor, şi pentru îmbunătățirea fiabilității acestor scule, se recomandă ca în mişcarea de rotație, plăcuțele să aibă o acoperire suficientă exprimată prin următoarele condiții şi relații matematice (vezi figura 2.4, vederea din față a sculei) :

$$Z = 1{,}25...1{,}75 \quad [\text{mm}] \qquad (2.23)$$

$$Z_2 = Z_1 + (0{,}75...1{,}25) \quad [\text{mm}] \qquad (2.24)$$

$$b_2 + b_3 - (Z + Z_2) = 0{,}75...1{,}25 \quad [\text{mm}] \qquad (2.25)$$

Valorile de acoperire mici din relațiile (2.23), (2.24), 2.25) se referă la diametrele mici, şi la plăcuțe sfărîmabile, iar valorile mari se referă la diametrele mari ale sculei din intervalul ∅20...∅43 mm şi la plăcuțe uşor sfărîmabile.

În timpul rotației, în funcție de poziția lor, marginile exterioare (muchiile tăietoare) ale plăcuțelor aşchietoare descriu cercuri concentrice. Este evident că mărimea unghiurilor de aşezare laterală α_1, α_2, şi α_3 (fig. 2.4) depinde de diametrul acestor cercuri. Pentru diametre mari vom avea unghiuri mai mici şi invers.

Scanned with OKEN Scanner

Datorită sistemului de evacuare, sfărîmarea aşchiilor are o importanţă hotărîtoare, în acest sens plăcuţele trebuie să fie prevăzute cu degajări corespunzătoare pentru fragmentarea aşchiilor. Dimensiunile recomandate ale degajării pentru fragmentarea aşchiilor în cazul prelucrării oţelurilor cu duritate medie, sînt cuprinse în tabelul 2.3.

Tabelul 2.3

Dimensiunile degajării pentru fragmentarea aşchiilor

Diametrul sculei [mm] peste	pînă la	t[mm]	h[mm]
20,0	24,1	1,3	0,4
24,1	28,7	1,4	0,4
28,7	36,2	1,5	0,4
36,2	39,6	1,6	0,5
39,6	43,0	2,0	0,5

Faţă de aceste valori medii (tab. 2.3), în cazurile extreme ale durităţii oţelurilor de prelucrat, lăţimea degajării pentru fragmentarea aşchiilor t (fig. 2.4 şi tab. 2.3) se modifică astfel :

— pentru oţeluri cu duritate scăzută, lăţimea t se micşorează ;

— pentru oţeluri cu duritate ridicată, lăţimea t se măreşte.

Pe baza unei experienţe îndelungate în exploatarea sculelor pentru găuri adînci, se recomandă ca grupele de utilizare (calităţile) a plăcuţelor să fie alese după următoarele criterii [40, 56, 63] :

— pentru plăcuţa de reazem (poziţia I) şi de conducere (poziţia II) se vor utiliza carburi metalice foarte rezistente la uzură şi la viteze de aşchiere (exemplu : *P*10, *P*20) ;

— pentru plăcuţa aşchietoare exterioară (poziţia 1) şi pentru plăcuţa aşchietoare intermediară (poziţia 3), din figura 2.4, se vor utiliza carburi metalice rezistente la uzură şi la viteze de aşchiere (exemplu : *P*30) ;

— pentru plăcuţa aşchietoare centrală (poziţia 2) din figura 2.5, se va utiliza o carbură metalică tenace şi rezistentă la şocuri (exemplu : *P*40).

Dimensiunile constructive ale părţii de îmbinare a sculei se aleg din tabelul 1.1.

2.1.3. Exploatare, reascuţire

Pentru obţinerea eficienţei tehnico-economice urmărite la utilizarea sculelor pentru găuri adînci., trebuie avuţi în vedere toţi factorii constructivi şi tehnologici care influenţează procesul de găurire, astfel :

— performanţele ce se pot obţine de la maşină ;

— rigiditatea sistemului tehnologic-elastic de prelucrare ;

— construcţia potrivită şi geometria de aşchiere adecvată a sculei ;

— grupa de utilizare corespunzătoare a plăcuţelor din carburi metalice ;

— regimul de aşchiere optim ;

— calitatea, debitul şi presiunea lichidului de găurire folosit etc.

Scanned with OKEN Scanner

Din motive de inaccesibilitate în timpul lucrului și datorită faptului că sculele armate cu plăcuțe din carburi metalice au o sensibilitate mai mare decît cele din oțeluri pentru scule [7, 13, 27], legile și regulile de exploatare a sculelor destinate executării găurilor adînci sînt mai severe în comparație cu acele ale sculelor aşchietoare în general.

În cazul prelucrării găurilor adînci, viteza de aşchiere și avansul sînt elementele predominante ale productivității și ale economicității. Pentru obținerea unui timp de prelucrare minim, atît viteza de aşchiere cît și avansul utilizat trebuie să fie maximum posibil. În principiu, pentru realizarea acestui deziderat, se vor utiliza *viteze de aşchiere* maxime admise de durabilitatea economică a tăișurilor, în funcție de calitatea materialului de prelucrat și de condițiile tehnologice concrete în care are loc găurirea, de asemenea *avansuri* maxime limitate de rugozitatea suprafețelor prelucrate și de fragmentarea corespunzătoare a aşchiilor pentru geometria de aşchiere dată a sculei [8, 13, 19]. Ambii parametri ai regimului de aşchiere (viteza și avansul) sînt limitați în ultima instanță de rigiditatea sistemului de prelucrare și de performanțele mașinii (forța motrică de avans, momentul de rotație motor, respectiv puterea instalată).

În contextul obținerii unei durabilități economice a tăișului, viteza de aşchiere depinde în primul rînd de caracteristicile fizico-mecanice ale materialului de prelucrat [40, 41]. Valorile vitezei de aşchiere și ale avansului pe rotație în funcție de rezistența la rupere a oțelurilor sînt redate în tabelul 2.4.

Tabelul 2.4

Valori recomandate pentru viteze de aşchiere și avansuri pe rotație

Rezistența la rupere R[daN/mm²]	Viteza de aşchiere v[m/min]	Avansul pe rotație Sr [mm/rot] (informativ)
90...120	40... 60	0,08...0,22
70... 90	50... 65	
60... 70	60... 80	0,12...0,30
50... 60	70...100	
40... 50	90...120	0,20...0,45
30... 40	110...150	

Valorile avansului pe rotație sînt orintative, ele se stabilesc în funcție de mărimea aşchiilor și de rugozitatea suprafețelor prelucrate.

Cunoscînd viteza de aşchiere v[m/min] și diametrul sculei d [mm], cu ajutorul nomogramei din figura 2.5 [52] se determină turația n rot/min.

Admițînd empiric după cîteva încercări valoarea avansului pe rotație S_r [mm/rot] (în funcție de fragmentarea corespunzătoare a aşchiilor și de rugozitatea suprafețelor prelucrate) și utilizînd valoarea turației n [rot/min] anterior obținută, pe baza nomogramei din figura 2.6 [52] se determină viteza de avans S [mm/min] căutată.

Scanned with OKEN Scanner

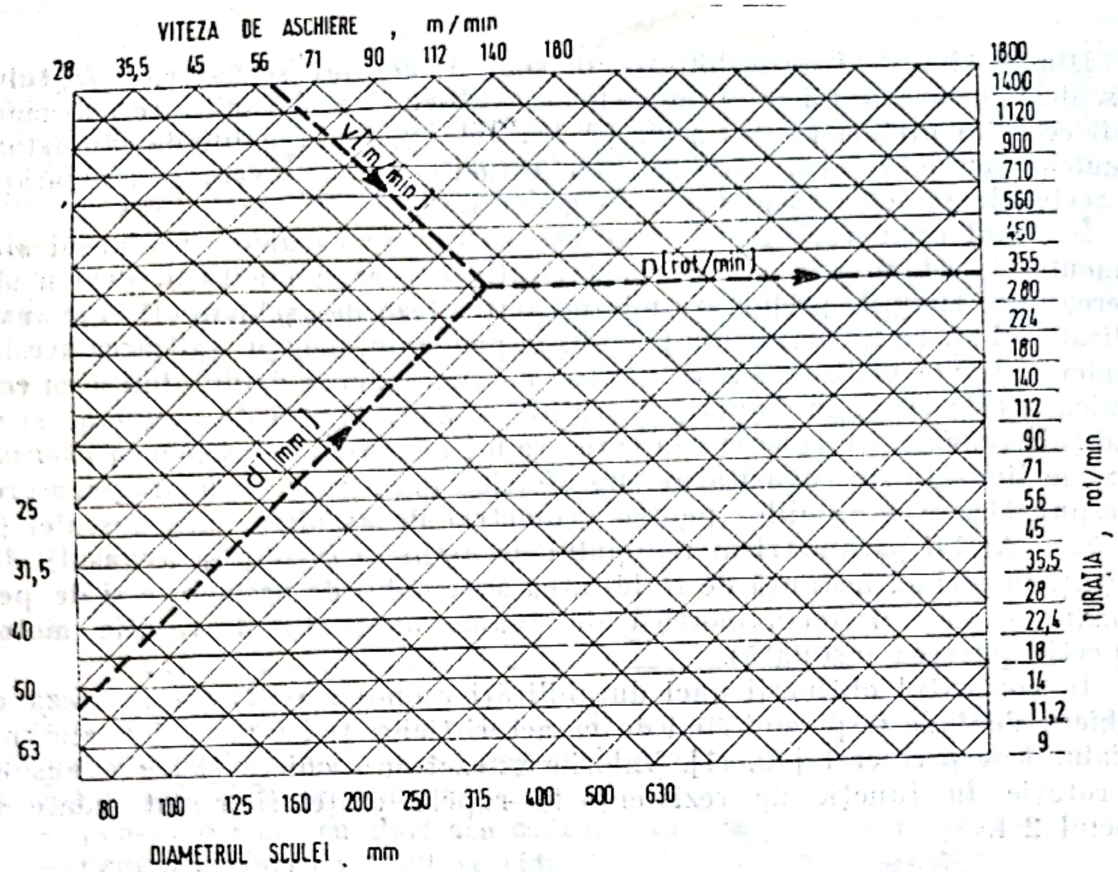


Fig. 2.5. Nomograma pentru determinarea turației.

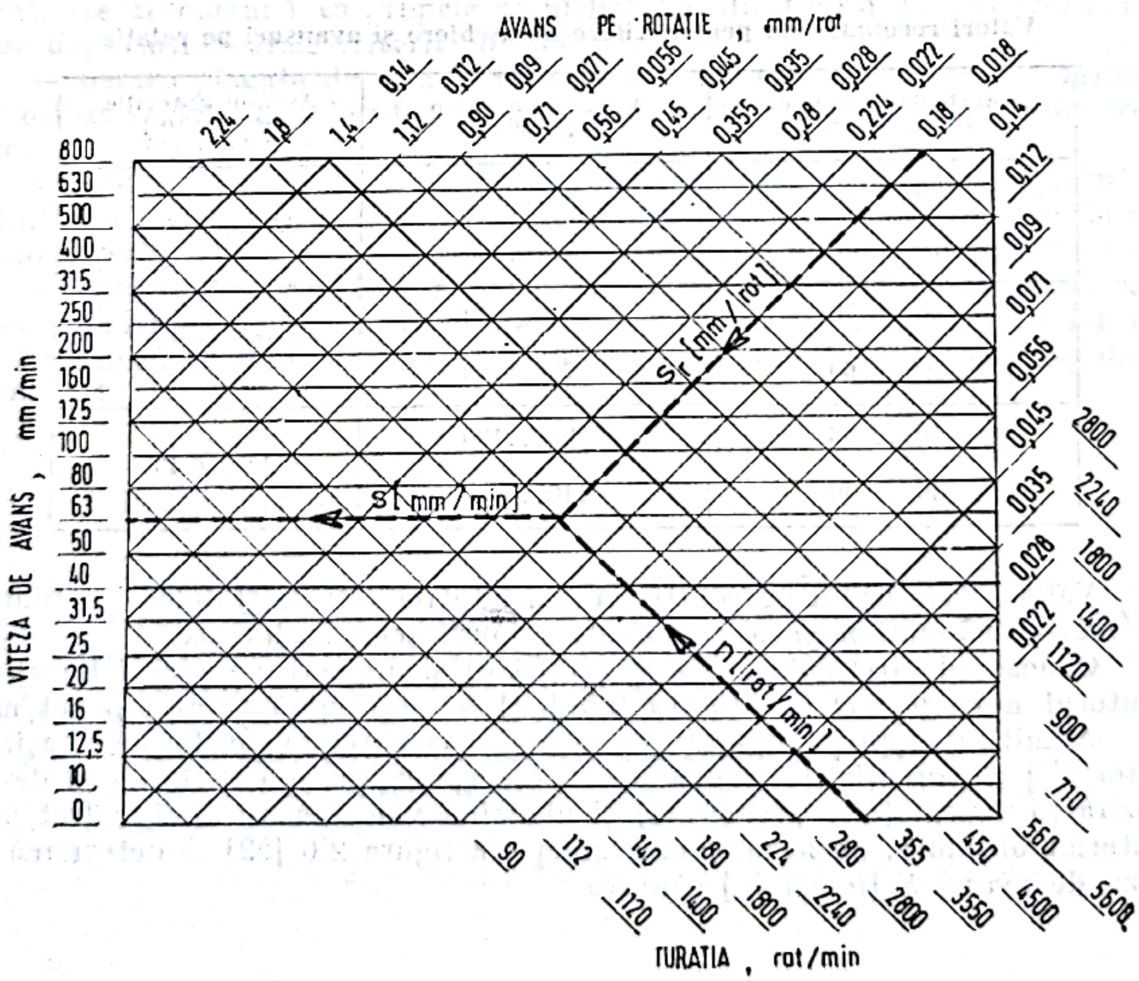


Fig. 2.6. Nomogramă pentru determinarea vitezei de avans.

Scanned with OKEN Scanner

Sculele lucrează cu deplina lor eficiență numai atît timp cît tăișurile lor își mențin rugozitatea și unghiurile de așchiere între anumite limite admisibile, adică pînă cînd uzura pe marginea exterioară cilindrică a plăcuței poziția 1 din figura 2.4 și pe suprafețele de așezare respectiv pe suprafețele de degajare a plăcuțelor așchietoare nu depășește valoarea uzurii admisibile. Odată cu depășirea acestei uzuri, prelucrarea nu mai poate fi continuată fără riscul obținerii unor suprafețe necorespunzătoare, a creșterii accentuate a uzurii (eventual distrugerii premature a sculei) și a măririi exagerate a componenței de avans, a momentului de frecare, respectiv a puterii de așchiere.

În momentul în care uzura atinge mărimea uzurii admisibile, apare în mod necondiționat necesitatea reascuțirii. Reascuțirea corectă a sculei pentru găuri adînci înseamnă readucerea prin abrazare la parametrii inițiali, geometria de așchiere și rugozitățile suprafețelor active, asigurînd astfel o mare rezistență de uzură, o creștere a productivității și un consum minim de scule.

În condițiile normale de lucru durabilitatea acestor scule are valoarea : $T = 50...60$ minute.

În figura 2.7, sînt prezentați parametrii geometrici și rugozitatea suprafețelor active ale sculei, după ascuțire respectiv reascuțire. Este evident că prin executarea corectă a ascuțirii și reascuțirii se obține o mărime a durabilității sculei (durata între două reascuțiri).

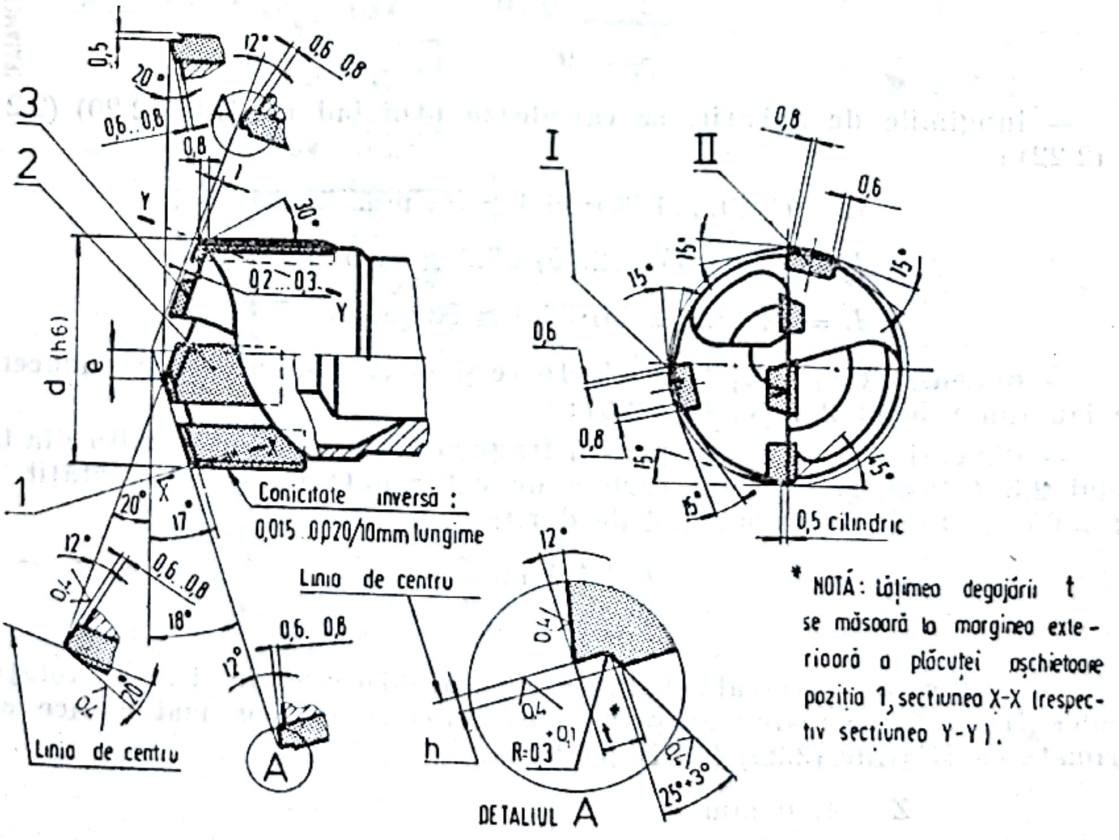


Fig. 2.7. Geometria sculei pentru ascuțire și reascuțire.

Scanned with OKEN Scanner

2.1.4. Aplicații

Exemplul 1. Să se proiecteze o sculă pentru găurirea în plin a unor arbori principali confecționați din oțel carbon de calitate OLC 45 (îmbunătățit la $R = 65...70$ daN/mm^2), având diametrul alezajelor de prelucrat $36^{+0,4}$ mm și lungimea 780 mm.

Rezolvare: În conformitate cu modelul de proiectare prezentat la subcapitolul 2.1.2, elementele constructive și geometria sculei (fig. 2.8) se determină pe rînd:

— diametrul de lucru al sculei, se calculează cu relația (2.17), în care după înlocuirea datelor $D = 36$ mm și $A_{sD} = 0,4$ mm, se obține:

$$d = 36 + (0,66...0,75)\cdot 0,4 = 36,3 \text{ mm};$$

— diametrele exterioare ale corpului sculei, se determină cu ajutorul relațiilor (2.18) și (2.19);

$$d_{\hat{e}} = 36,3 - (2...4) = 33 \text{ [mm] și}$$

$$d_c = 33,5 - (0,5...1,5) = 32 \text{ [mm]}.$$

— excentricitatea vîrfului sculei și unghiurile de poziție ale plăcuțelor de reazem și de conducere, rezultă din tabelul 2.1;

$$e = 3,5 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 10°30'$$

$$\beta_2 = 9°$$

— lungimile de gabarit, se calculează utilizînd relațiile (2.20) (2.21) și (2.22):

$$l_c = (1,40...1,90)\cdot 36,3 \cong 55 \text{ mm}$$

$$l_g = = (1,65...2,05)\cdot 36,3 \cong 62,5 \text{ mm}$$

$$L = (2,45...2,85)\cdot 36,3 \cong 92 \text{ mm}.$$

— dimensiunile plăcuțelor așchietoare și ale celor de reazem și conducere, se iau din tabelul 2.2 (v. fig. 2.8);

— dimensiunile degajării pentru fragmentarea așchiilor rezultă din tabelul 2.3 (considerînd oțelul carbon de calitate OLC 45, îmbunătățit la $R = 65...70$ daN/mm^2, un oțel de duritate medie),

$$l = 1,6 \text{ mm}$$

$$h = 0,5 \text{ mm}$$

— verificarea intercalării plăcuțelor așchietoare în timpul rotației sculei (fig. 2.8), se realizează prin satisfacerea condițiilor matematice exprimate cu relațiile (2.23) (2.24) și (2.25):

$$Z = 1,50 \text{ mm}$$

$$Z_2 = Z_1 + 1,00 = 11,65 + 1,00 = 12,65 \text{ mm}$$

Scanned with OKEN Scanner

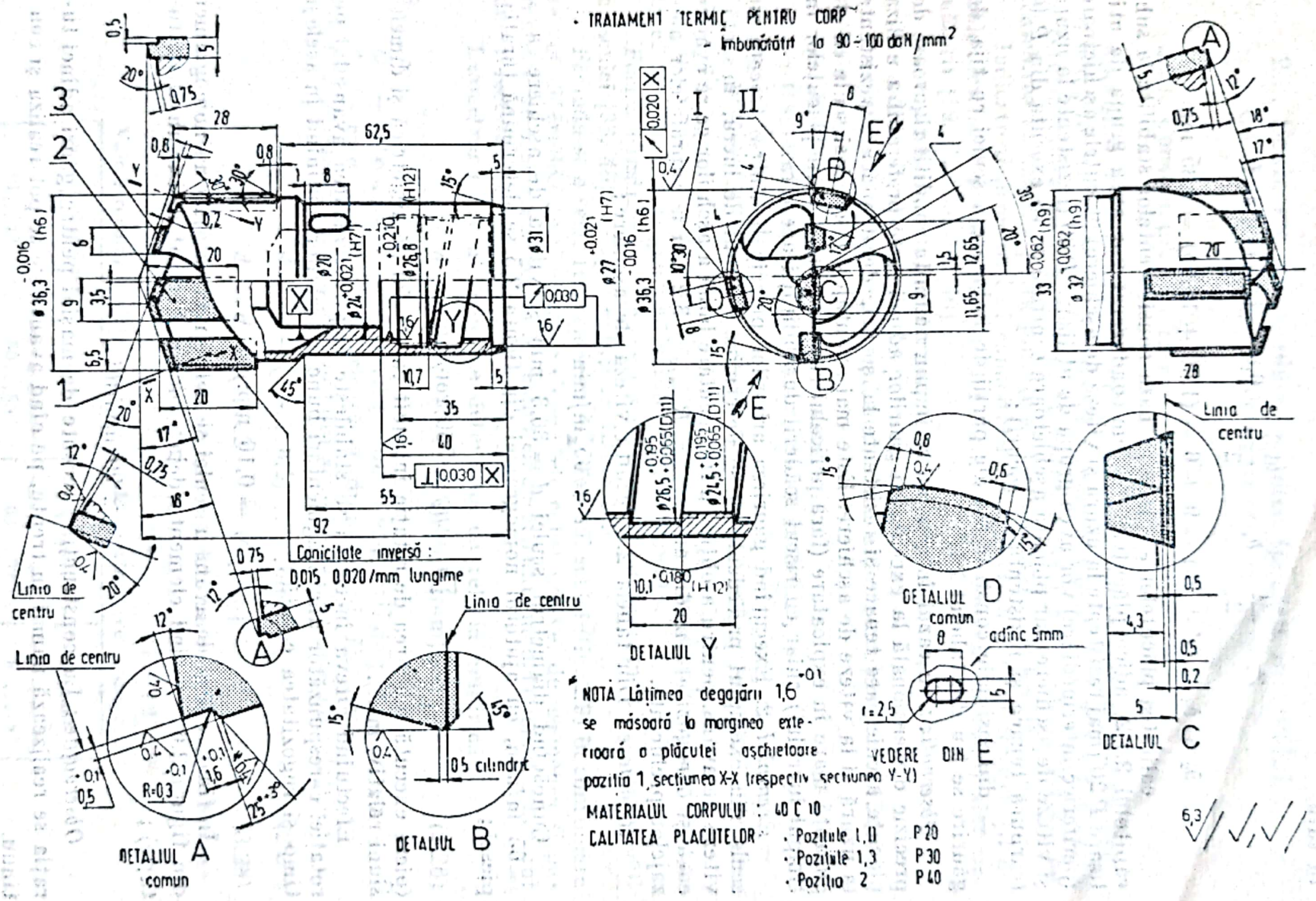


Fig. 2.8. Sculă pentru găurire în plin Ø36,3 mm (desen de execuție).

în care

$$Z_1 = \frac{d}{2} - b_1 = \frac{36,3}{2} - 6,5 = 11,65 \text{ mm}$$

$$b_2 + b_3 - (Z + Z_2) = 9 + 6 - (1,50 + 12,65) = 0,85 \text{ mm}$$

— calitatea plăcuțelor se alege pe baza considerentelor stabilite la subcapitolul 2.1.2, adică plăcuțele (reazem-conducere) vor avea grupa de utilizare $P\,20$ (mai rezistente la uzură și viteze de așchiere) plăcuțele așchietoare (periferice-intermediare) vor avea grupa de utilizare $P\,30$ (rezistente la uzură și viteze de așchiere) iar plăcuța așchietoare centrală se va executa din $P\,40$ (carbură tenace și rezistentă la șocuri);

— dimensiunile constructive ale părții de îmbinare a sculei cu tija de găurire se iau din tabelul 1.1.

Observație: În cazul în care nu se impun anumite condiții riguroase de precizie dimensională la executarea găurilor adînci, este preferabil a utiliza plăcuțe așchietoare tenace și rezistente la șocuri, decît plăcuțe rezistente la uzură și la viteze de așchiere. Este mai avantajos a se folosi scule cu siguranță mare în exploatare (fără pericolul ruperii sau fisurării plăcuțelor în timpul lucrului) chiar cu riscul scăderii durabilității acestora.

Exemplul 2. Executînd găurirea arborilor principali dintr-o trecere cu scula din exemplul precedent, să se determine regimul de lucru, în speță viteza de avans, pentru a obține o fregmentare bună a așchiilor ce se evacuează și o rugozitate medie aritmetică $R_{a\,max} = 3,2$ μm a suprafețelor alezajelor prelucrate.

Rezolvare: Din tabela 2.4 rezultă viteza de așchiere;

$$v = 65 \text{ m/min}$$

Cunoscînd diametrul sculei $d = 36,3$ mm și viteza de așchiere $v = 65$ m/min, cu ajutorul nomogramei din figura 2.5 se determină turația piesei;

$$n = n_p = 560 \text{ rot/min}$$

(piesa execută mișcarea de rotație întrucît ea are formă simetrică și dimensiuni relativ mici).

Efectuînd cîteva încercări se stabilește empiric valoarea avansului pe rotație, corespunzător unei fragmentări bune a așchiilor, obținînd în același timp și rugozitatea cerută;

$$S_r = 0,16 \text{ mm/rot.}$$

În final, viteza de avans a sculei se determină cu ajutorul nomogramei din figura 2.6 utilizînd elemente deja cunoscute (turația și avansul pe rotație);

$$S \cong 90 \text{ mm/min.}$$

Observație: La construcțiile recente de mașini pentru găuri adînci turația se realizează numai în trepte, pe cînd avansurile se pot realiza și continuu.

Scanned with OKEN Scanner

2.2. Scule cu patru plăcuțe lipite (pentru intervalul de diametre 43 . . . 65 mm)

2.2.1. Construcție, proiectare

Abordînd de data aceasta un alt domeniu de prelucrare, cu diametre mai mari, forma și construcția sculei preconizată pentru acest interval, este cu totul similară cu cea prezentată anterior (vezi subcapitolul 2.1.2), cu deosebirea utilizării a patru plăcuțe așchietoare lipite, în loc de trei.

Indicatorii principali ai capacității de așchiere a acestei construcții de scule destinate prelucrării găurilor adînci (fără ruperea miezului) sînt următorii [19, 31, 33, 36, 40]:

— echilibrare bună a forțelor care solicită scula;
— consum relativ mic de putere la așchiere;
— posibilitatea obținerii unui număr mare de reascuțiri (12...15 reascuțiri);
— simplitatea ascuțirii și a reascuțirii;
— fragmentarea și evacuarea ușoară a așchiilor;
— productivitatea;
— precizia dimensională și calitatea superioară a suprafețelor prelucrate etc.

În concluzie, este vorba de o sculă productivă cu durată mare de exploatare, care realizează găuri adînci de precizie ridicată.

Forma constructivă, geometria de așchiere și pareametrii dimensionali ai sculei [33, 40] sînt prezentați în figura 2.9.

Făcîndu-se o referire permanentă la desenul sculei (fig. 2.9) în continuare se vor determina pe rînd toate elementele constructive, de asemenea și parametrii de așchiere ai sculei în scopul elaborării unui model eficient și general de proiectare a acesteia [12, 13, 19, 56].

Diametrul activ al sculei se determină cu relația empirică:

$$d = D + (0{,}66 \ldots 0{,}75) A_{SD} \quad [\text{mm}] \tag{2.26}$$

în care;

D — este diametrul nominal și minim al găurii de prelucrat, iar
A_{SD} — este abaterea superioară a diametrului D.

Diametrele exterioare ale corpului sculei se calculează cu relațiile:

$$d_e = d - (2{,}5 \ldots 6{,}5) \quad [\text{mm}] \tag{2.27}$$

$$d_c = d_e - (1 \ldots 2) \quad [\text{mm}] \tag{2.28}$$

Lungimile de gabarit ale sculei, în funcție de diametrul de lucru al acesteia se stabilesc pe baza tabelului 2.5.

Tabelul 2.5

Valori recomandate pentru lungimile constructive ale sculei

Diametrul sculei [mm]	l_c [mm]	l_g [mm]	L [mm]
43...48	50...55	62...67	92... 97
48...65	55...60	70...75	100...105

Scanned with OKEN Scanner

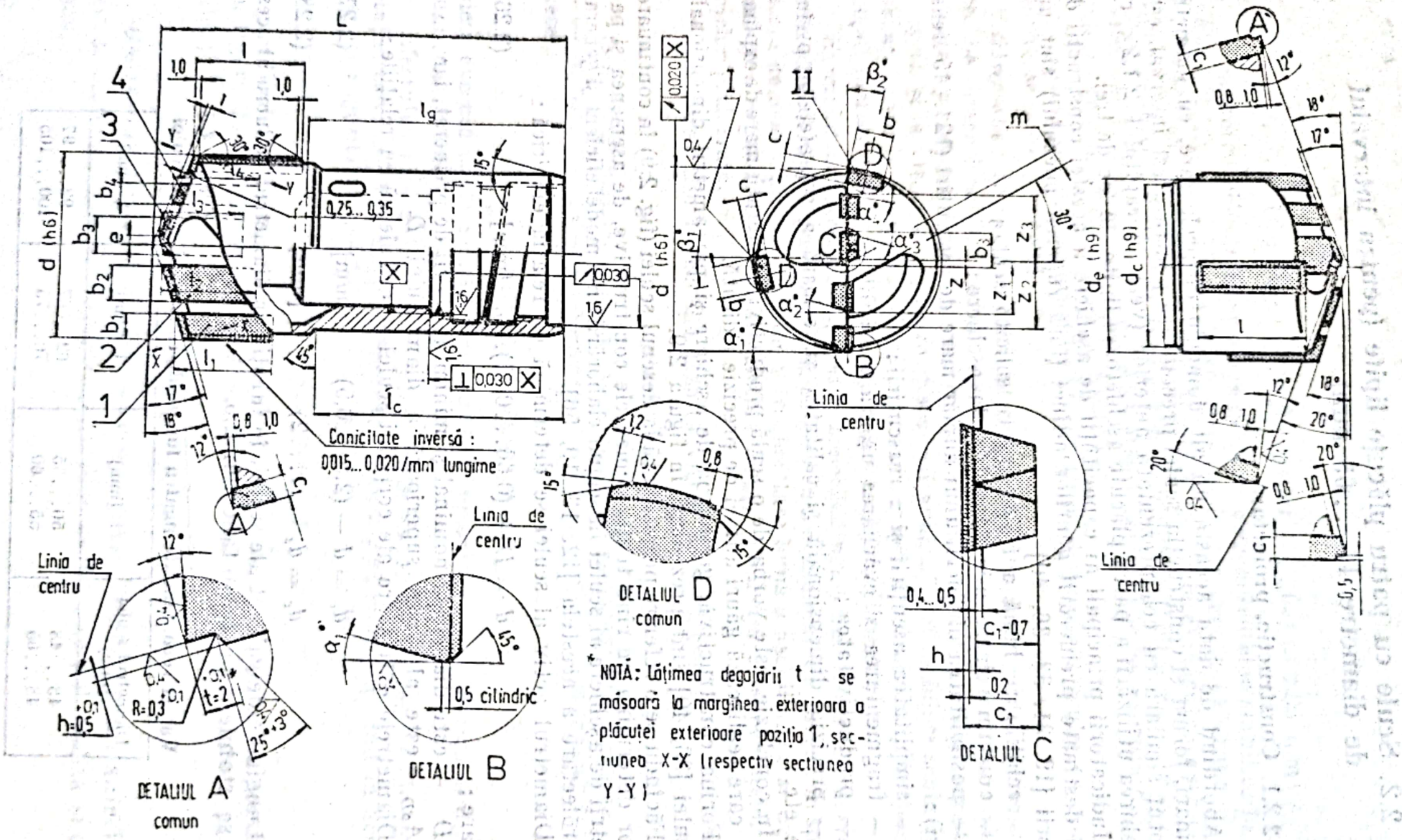


Fig. 2.9. Construcția și geometria sculei.

Robustețea și rigiditatea necesară vîrfului se asigură prin alegerea potrivită a cotei m (fig. 2.9) în funcție de diametrul sculei astfel :

$m = 3{,}5$ mm pentru $d = 43 \ldots 47$ mm

$m = 4{,}0$ mm pentru $d = 47 \ldots 52$ mm

$m = 4{,}5$ mm pentru $d = 52 \ldots 65$ mm

Excentricitatea vîrfului sculei și poziția unghiulară a plăcuțelor de reazem și de conducere sînt cuprinse în tabelul 2.6.

Tabelul 2.6

Excentricitatea vîrfului și poziția plăcuțelor de reazem și de conducere

Diametrul sculei [mm]	e [mm]	β_1 [°]	β_2 [°]
43 ...56,2	4,5	5...6	10...11
56,2...61,2	5,0		
61,2...65	5,5		

În tabelul 2.7 sînt redate dimensiunile recomandate ale plăcuțelor de așchiere, de reazem și de conducere, în funcție de diametrul sculei.

Tabelul 2.7

Valori orientative pentru dimensiunile plăcuțelor

Diametrul sculei [mm]	Dimensiunile plăcuțelor așchietoare [mm]								Dimensiunile plăcuțelor de reazem și de conducere [mm]		
	b_1	b_2	b_3	b_4	c_1	l_1-l_2	l_3	l_4			
43...52	7...9	6...9	6...8	5...7	5	23	21,5	22,5	8	4...5	31
52...65	8...11	8...10,5	7...10,5	6...8						5...6	

Condiția suprapunerii plăcuțelor așchietoare în timpul rotației se exprimă matematic prin (v. fig. 2.9, vederea din față a sculei) :

$$Z = 1{,}5 \ldots 2 \tag{2.29}$$

$$Z_3 = Z_2 + (1 \ldots 1{,}5) \tag{2.30}$$

$$Z_1 = Z_3 - b_4 + (1 \ldots 1{,}5) \tag{2.31}$$

$$b_2 + b_3 - (Z + Z_1) = 1 \ldots 1{,}5 \tag{2.32}$$

Observație: Coeficienții de acoperire mici din relațiile de mai sus se utilizează pentru plăcuțe mai puțin sfărîmabile, iar cei mari în cazul plăcuțelor sfărîmabile.

Scanned with OKEN Scanner

În scopul asigurării fragmentării aşchiilor, cele patru plăcuţe (poziţia 1, 2, 3 şi 4) vor fi prevăzute cu degajări corespunzătoare pentru sfărîmarea aşchiilor ale căror dinmesiuni recomandate pentru prelucrarea oţelurilor de duritate medie sînt indicate în figura 2.9, detaliul A :

$$t = 2 \text{ mm, şi}$$

$$h = 0{,}5 \text{ mm.}$$

În cazurile extreme ale durităţii oţelurilor de prelucrat lăţimea degajării t se modifică astfel ;:

— pentru oţeluri moi se micşorează, iar

— pentru oţeluri dure se măreşte.

Pentru ca în mişcarea de rotaţie să se evite frecările, unghiurile de aşezare laterale a plăcuţelor aşchietoare α_1, α_2, α_3 şi α_4 (fig. 2.9) se stabilesc pe cale grafică, în funcţie de diametrul cercurilor concentrice descrise de muchiile tăietoare ale acestor plăcuţe.

În mod similar, ca şi în cazul sculelor cu trei plăcuţe aşchietoare (vezi subcapitolul 2.1.2) calităţile (grupele de utilizare) plăcuţelor se aleg în funcţie de regimul de solicitare la care ele sînt supuse, astfel [40, 56, 63] :

— plăcuţa aşchietoare marginală (poziţia 1), plăcuţa de reazem (poziţia I) şi conducere (poziţia II) se vor executa din carburi metalice foarte rezistente la uzură şi la viteze de aşchiere (exemplu : P 10, P 20) ;

— plăcuţele aşchietoare intermediare (poziţia 2 şi 4) vor fi executate din carburi metalice rezistente la uzură şi la viteze de aşchiere (exemplu : P 30), iar

— plăcuţa aşchietoare centrală (poziţia 3) va fi executată din carbură metalică tenace şi rezistentă la şocuri (exemplu : P 40).

Parametrii dimensionali ai părţii de fixare şi de centrare a sculei în raport cu tija de găurire se găsesc în tabelul 1.1.

2.2.2. Exploatare, reascuţire

Datorită similitudinii constructive, scula destinată prelucrării găurilor adînci cu patru plăcuţe aşchietoare (fig. 2.9) are o comportare asemănătoare în exploatare cu aceea a sculei (dotată cu tre plăcuţe aşchietoare) din figura 2.4.

În consecinţă, regulile de exploatare şi criteriile de alegere a regimurilor de lucru stabilite la subcapitolul 2.1.3 sînt valabile şi în acest caz.

De asemenea necesitatea reascuţirii apare în momentul în care mărimea uzurii (pe marginea exterioară cilindrică a plăcuţelor poziţia 1 din figura 2.9 şi pe suprafeţele de aşezare respectiv pe suprafeţele de degajare a plăcuţelor aşchietoare) atinge valoarea uzurii admisibile. Valoarea empirică a uzurii admisibile este cuprinsă între limitele, $U_a = 0{,}6 \ldots 0{,}8$ mm.

Geometria de aşchiere şi rugozitatea suprafeţelor active ale sculei după ascuţire sau reascuţire sînt arătate în figura 2.10.

Scanned with OKEN Scanner

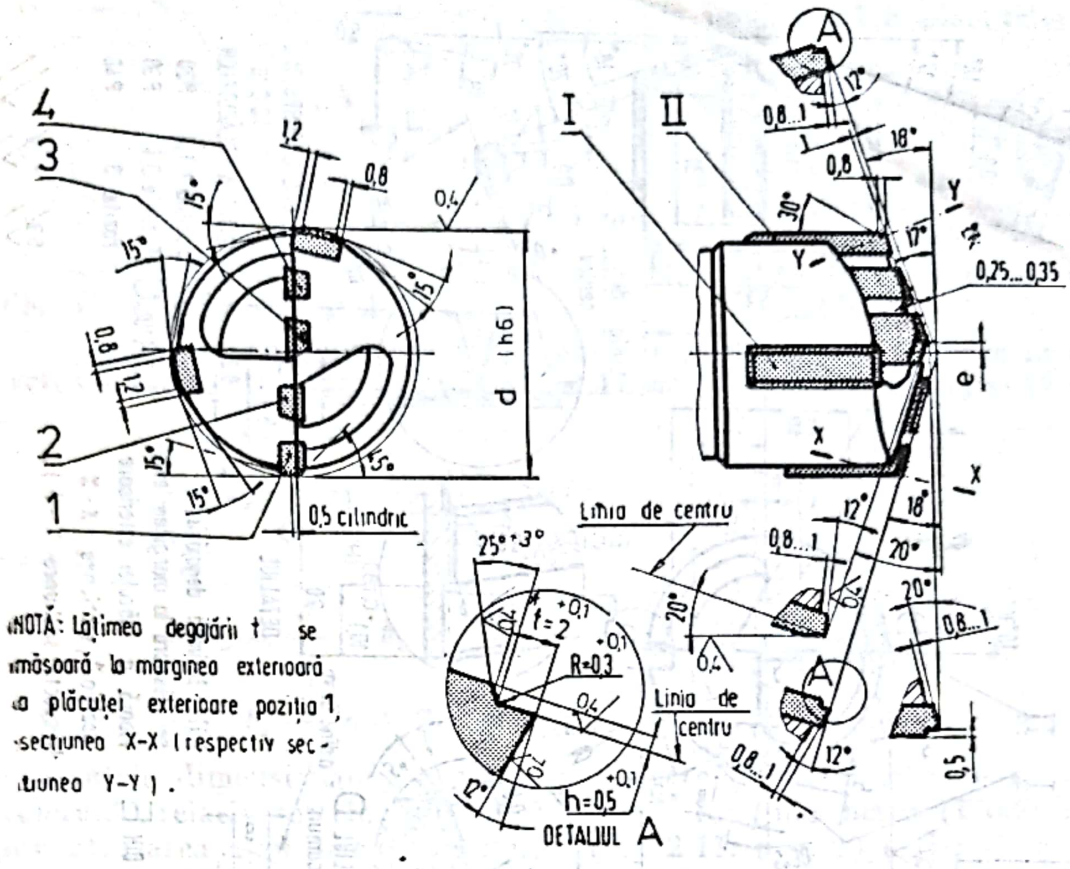


Fig. 2.10. Geometria sculei pentru ascuțire și reascuțire.

2.2.3. Aplicații

Exemplul 1. Să se proiecteze o sculă pentru găuri adînci (fără recuperarea miezului) în vederea găuririi unor piese de lungime 1 080 mm (avînd configurație asimetrică) la diametrul de $52^{+0,2}$ mm, care se execută din oțel carbon de calitate, pentru construcții de mașini OLC 55 (îmbunătățit la $R = 70...75$ daN/mm^2).

Să se determine în continuare și viteza de avans a sculei pentru operația de găurire.

Rezolvare: Urmînd modelul de proiectare prezentat la subcapitolul 2.2.1 parametrii geometrici și elementele constructive ale sculei (fig 2.11) se determină succint:

— diametrul activ al sculei se calculează cu relația (2.26) utilizînd datele problemei, $D = 52$ mm și $A_{SD} = 0,2$ mm;

$$d = 52 + (0,66...0,75)\cdot 0,2 = 52,150 \text{ mm},$$

— diametrele exterioare ale corpului sculei, rezultă din relațiile (2.27) și (2.28);

$$d_e = 52,150 - (2,5...6,5) \cong 4,95 \text{ mm}$$

$$d_c = 49,5 - (1...2) \cong 48,5 \text{ mm}$$

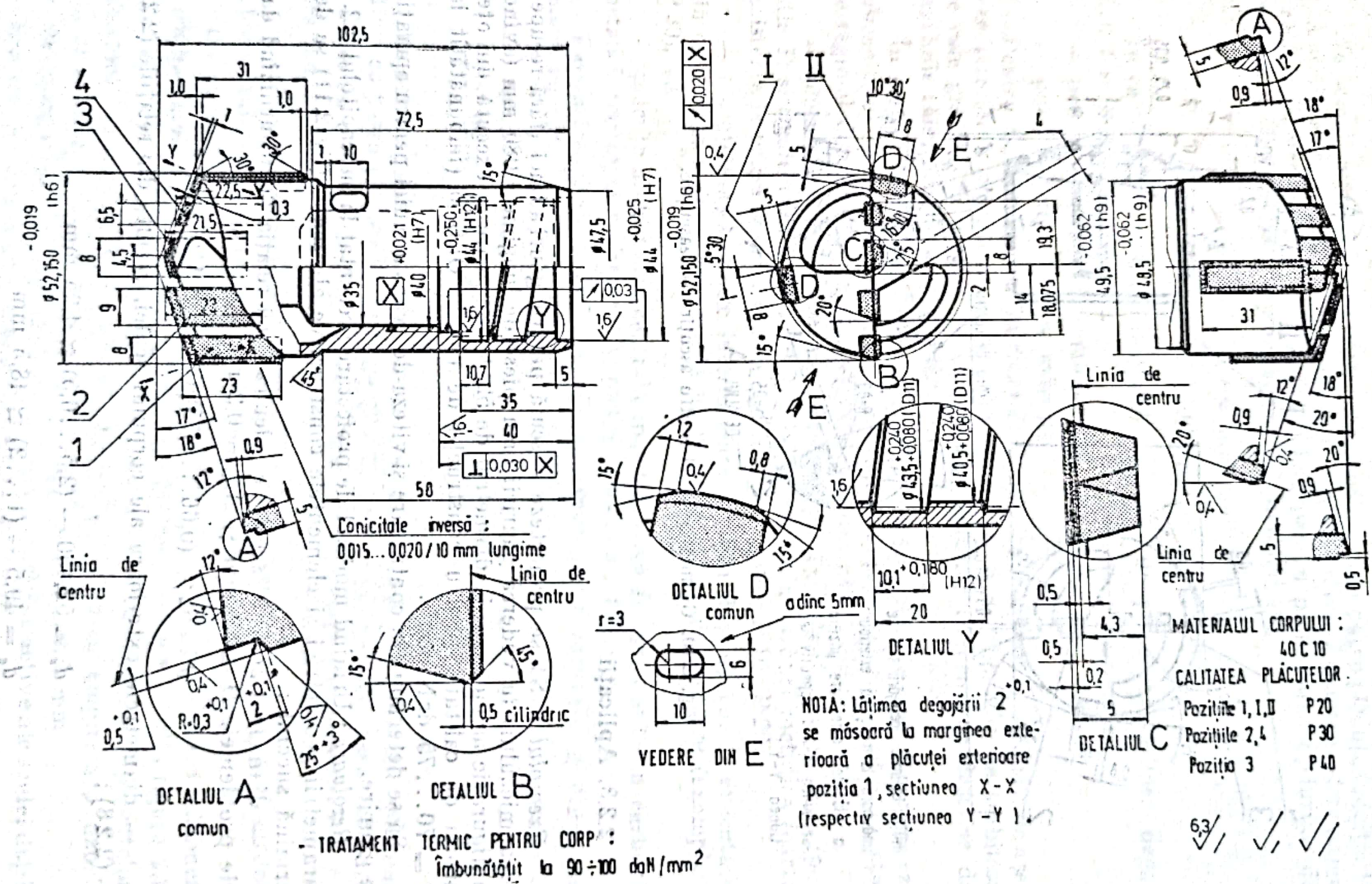


Fig. 2.11. Scula pentru găurire în plin Ø52,150 mm (desen de execuție).

— excentricitatea vîrfului sculei și poziția unghiulară a plăcuțelor de reazem și de conducere se aleg din tabelul 2.6 ;

$$e = 4{,}5 \text{ mm}, \quad \beta_1 = 5°30' \quad \beta_2 = 10°30'$$

— lungimile constructive, rezultă din tabela 2.5 ;

$$l_c = 58 \text{ mm} \quad l_g = 72{,}5 \text{ mm} \quad L = 102{,}5 \text{ mm}$$

— dimensiunile plăcuțelor de așchiere, de reazem și de conducere se iau din tabelul 2.7 (vezi fig. 2.11) ;

— verificarea matematică a suprapunerii plăcuțelor așchietoare în timpul rotației se efectuează cu ajutorul relațiilor (2.29 (2.30) (2.31) și (2.32) ;

$$Z = 2$$

$$Z_3 = Z_2 + (1 \ldots 1{,}5) = 18{,}075 + 1{,}225 = 19{,}3 \text{ mm}$$

în care ;

$$Z_2 = \frac{d}{2} - b_1 = \frac{52{,}150}{2} - 8 = 18{,}075 \text{ mm}$$

$$b_2 + b_3 - (Z + Z_1) = 9 + 8 - (2 + 14) = 1 \text{ mm}$$

Cerințele dimensionale ale găurii prelucrate, caracterizate de un cîmp de toleranță relativ restrîns (0,2 mm) și de o lungime mare (1 080 mm), impun utilizarea unei plăcuțe periferice (fig. 2.11, poz. 1) mai rezistente la uzură, avînd calitate *P* 20.

Viteza de așchiere rezultă din tabela 2.4 ; $v = 60$ m/min. Turația sculei se determină cu ajutorul nomogramei din figura 2.5 (utilizînd elementele $v = 60$ m/min și $d = 52{,}150$ mm) ;

$$n = n_s = 355 \text{ rot/min}$$

(în acest caz scula execută mișcarea de rotație datorită formei asimetrice a piesei).

Valoarea avansului pe rotație stabilită practic în funcție de fragmentarea așchiilor, este :

$$S_r = 0{,}20 \text{ mm/rot.}$$

Folosindu-se valoarea turației și a avansului pe rotație (deja cunoscute) viteza de avans căutată, rezultă din nomograma (fig. 2.6), adică

$$S \cong 75 \text{ mm/min.}$$

Exemplul 2. Într-o conjunctură tehnologică apare necesitatea executării unor adînci găuri cu scula din exemplul precedent pentru loturi de piese confecționate din materiale ;

— oțel de uz general pentru construcții, OLC 50 (cu $R = 50 \ldots 60$daN/mm^2) și,

— oțel aliat pentru construcții de mașini, 40 C 10 (îmbunătățit la $R = 100 \ldots 105$ daN/mm^2).

Scanned with OKEN Scanner

Se cere soluționarea executării găurii în ambele cazuri (atît pentru oțel moale cît și pentru oțel dur) pe două căi :

a) prin modificarea regimurilor de lucru, și

b) prin modificarea parametrilor geometrici de așchiere a sculei.

Rezolvare : a) Se aleg în primul rînd vitezele de așchiere recomandate din tabelul 2.4, astfel ;

$$v = 85 \text{ m/min, pentru OL 50, și}$$

$$v = 50 \text{ m/min, pentru 40 C 10}$$

O sfărîmare și evacuare bună a așchiilor va avea loc la următoareale valori ale avansului pe rotație ;

$$S_r = 0{,}22 \text{ mm/rot, pentru OL 50 ;}$$

$$S_r = 0{,}18 \text{ mm/rot, pentru 40 C 10.}$$

Vitezele de avans pentru cele două materiale cu durități diferite rezultă din nomogra ma din figura 2.6 :

$$S \cong 100 \text{ mm/min, pentru OL 50}$$

$$S \cong 65 \text{ mm/min, pentru 40 C 10}$$

În concluzie, din acest exemplu reiese faptul că pentru a crea condiți egale de sfărîmare a așchiilor (geometria de așchiere a sculei rămînînd neschimbată) materialele moi se prelucrează cu viteze de avans mari (cu productivitate sporită) și invers.

b) Păstrînd regimul de așchiere stabilit inițial pentru găurirea oțelului carbon de calitate OL C55 (îmbunătățit la $R = 70 \ldots 75$ daN/mm^2), din motive de sfărîmare a așchiilor, în cazurile extreme ale durității materialelor de prelucrat, lățimea degajării pentru fragmentarea așchiilor (fig. 2.11, detaliul *A*) se modifică în felul următor :

$$t = 1{,}5 \text{ mm} — \text{pentru OL 50, și}$$

$$t = 2{,}5 \text{ mm} — \text{pentru 40 C10.}$$

2.3. Scule cu o plăcuță lipită (pentru intervalul de diametre 20 . . . 60 mm)

2.3.1. Construcție, proiectare

Scula cu o singură plăcuță așchietoare lipită, destinată prelucrării găurilor adînci cu diametre cuprinse între ∅20 . . . ∅60 mm, are o construcție relativ simplă. Această simplitate permite o reducere a timpului de proiectare facilitînd în același timp și tehnologia de execuție. Deși la prima vedere acest tip de scu ă pare superior în comparație cu sculele cu mai multe plă-

cuțe așchietoare (tratate la subcapitolele 2.1.2 și 2.2.1), în realitate însă prezintă o serie de dezavantaje față de acestea :

— necesită plăcuțe cu suprafață mare în raport cu grosimea (dimensiuni anormale) ;

— datorită discontinuității tăișului princip al,ascuțirea și reascuțirea este mai dificilă ;

— nu permite utilizarea plăcuțelor diferențiate calitativ, în funcție de viteza de așchiere, care are valoarea maximă la diametrul exterior ;

— nelucrînd în baza principiului așchierii intermitente, realizează viteze de anvas relativ mici ;

— are o productivitate mai scăzută.

Configurația geometriei de așchiere a sculei și elementele principale (a acestei geometrii) sînt redate în figura 2.12 [41, 53].

Raportat la un sistem de referință constructiv, în acesată figură sînt prezentați parametrii geometrici constructivi ai sculei [6, 8, 12, 19, 28], notați cu :

d — diametrul de lucru (sau activ) a sculei ;

t, h — lățimea și adîncimea degăjarii pentru fragmentarea așchiilor ;

a — distanța la intrare ;

a' — teșirea la intrare ;

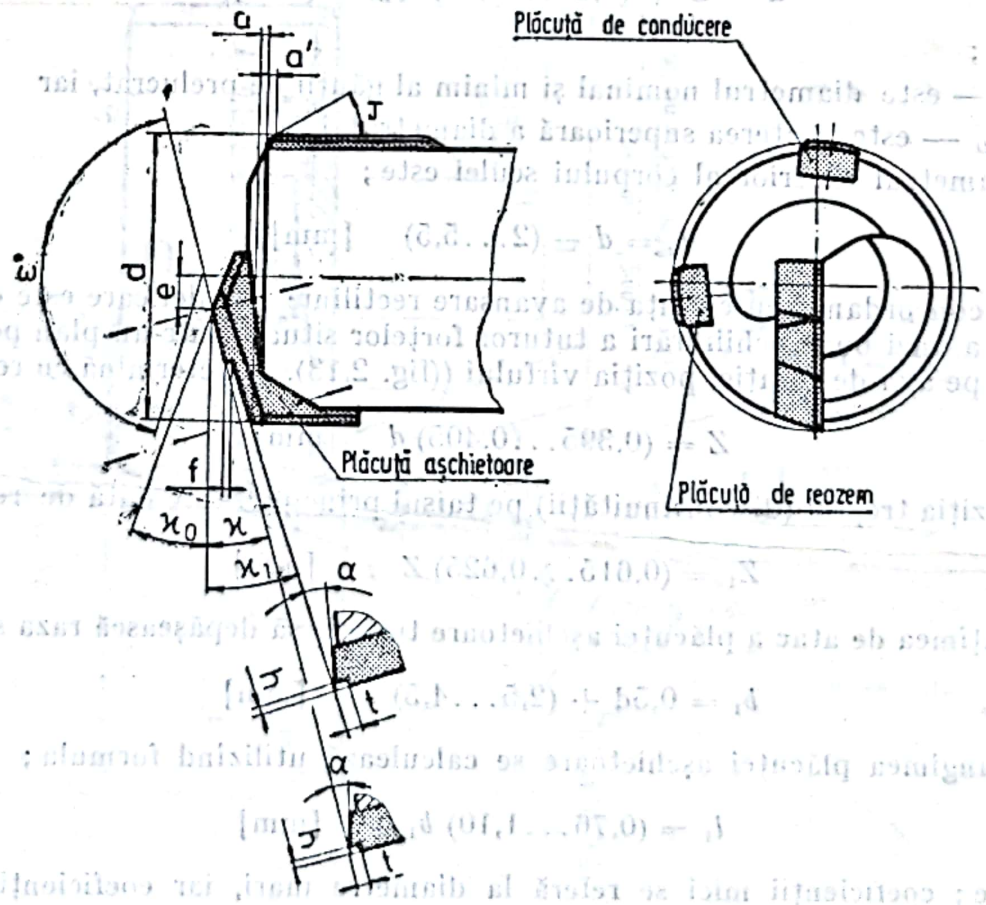


Fig. 2.12. Modelul și parametrii geometriei sculei.

e — excentricitatea vîrfului;
f — discontinuitatea tăişului principal;
$\varkappa, \varkappa_1$ — unghiurile tăişurilor principale exterioare;
$\varkappa_0$ — unghiul tăişului interior;
τ — unghiul teşirii la intrare;
ε — unghiul de vîrf;
α — unghiul de aşezare.

Privind prin prisma evoluţiei, această sculă a apărut înaintea soluţiilor constructive cu mai multe plăcuţe aşchietoare, fapt pentru care se bucură de o mare răspîndire în industria constructoare de maşini.

Forma, dimensiunile constructive şi elementele părţii aşchietoare ale sculei sînt prezentate în figura 2.13 [41, 53, 55]. La elaborarea modelului general de proiectare, dimensiunile constructive şi elementele de aşchiere se vor determina eşalonat. Scopul urmărit este ca, începînd de la proiectare, scula să fie înzestrată cu parametrii de lucru adecvaţi condiţiilor tehnologice de prelucrare.

Prezentînd o rigiditate mare la compresiune în direcţia radială, datorită construcţiei robuste tip monobloc, în scopul obţinerii preciziei dimensionale a alezajului prelucrat, diametrul de lucru a sculei (în condiţiile prelucrării oţelurilor pentru construcţii de maşini) se determină cu relaţia empirică :

$$d = D + (0{,}50 \ldots 0{,}66) A_{SD}, \quad [\text{mm}] \tag{2.33}$$

în care ;

D — este diametrul nominal şi minim al găurii de prelucrat, iar
A_{SD} — este abaterea superioară a diametrului D.

Diametrul exterior al corpului sculei este ;

$$d_e = d - (2 \ldots 5{,}5) \quad [\text{mm}] \tag{2.34}$$

În concordanţă cu cerinţa de avansare rectilinie a sculei care este o consecinţă a unei bune echilibrări a tuturor forţelor situate într-un plan perpendicular pe axa de rotaţie, poziţia vîrfului ((fig. 2.13), se determină cu relaţia :

$$Z = (0{,}395 \ldots 0{,}405)\, d \quad [\text{mm}] \tag{2.35}$$

Poziţia treptei (discontinuităţii) pe tăişul principal, este dată de relaţia :

$$Z_1 = (0{,}615 \ldots 0{,}625)\, Z \quad [\text{mm}] \tag{2.36}$$

Lăţimea de atac a plăcuţei aşchietoare trebuie să depăşească raza sculei :

$$b_1 = 0{,}5d + (2{,}5 \ldots 4{,}5) \quad [\text{mm}] \tag{2.37}$$

Lungimea plăcuţei aşchietoare se calculează utilizînd formula ;

$$l_1 = (0{,}76 \ldots 1{,}10)\, b_1 \quad [\text{mm}] \tag{2.38}$$

în care ; coeficienţii mici se referă la diametre mari, iar coeficienţii mari se utilizează pentru diametrele mici ale sculei din intervalul 20...60 mm.

Scanned with OKEN Scanner

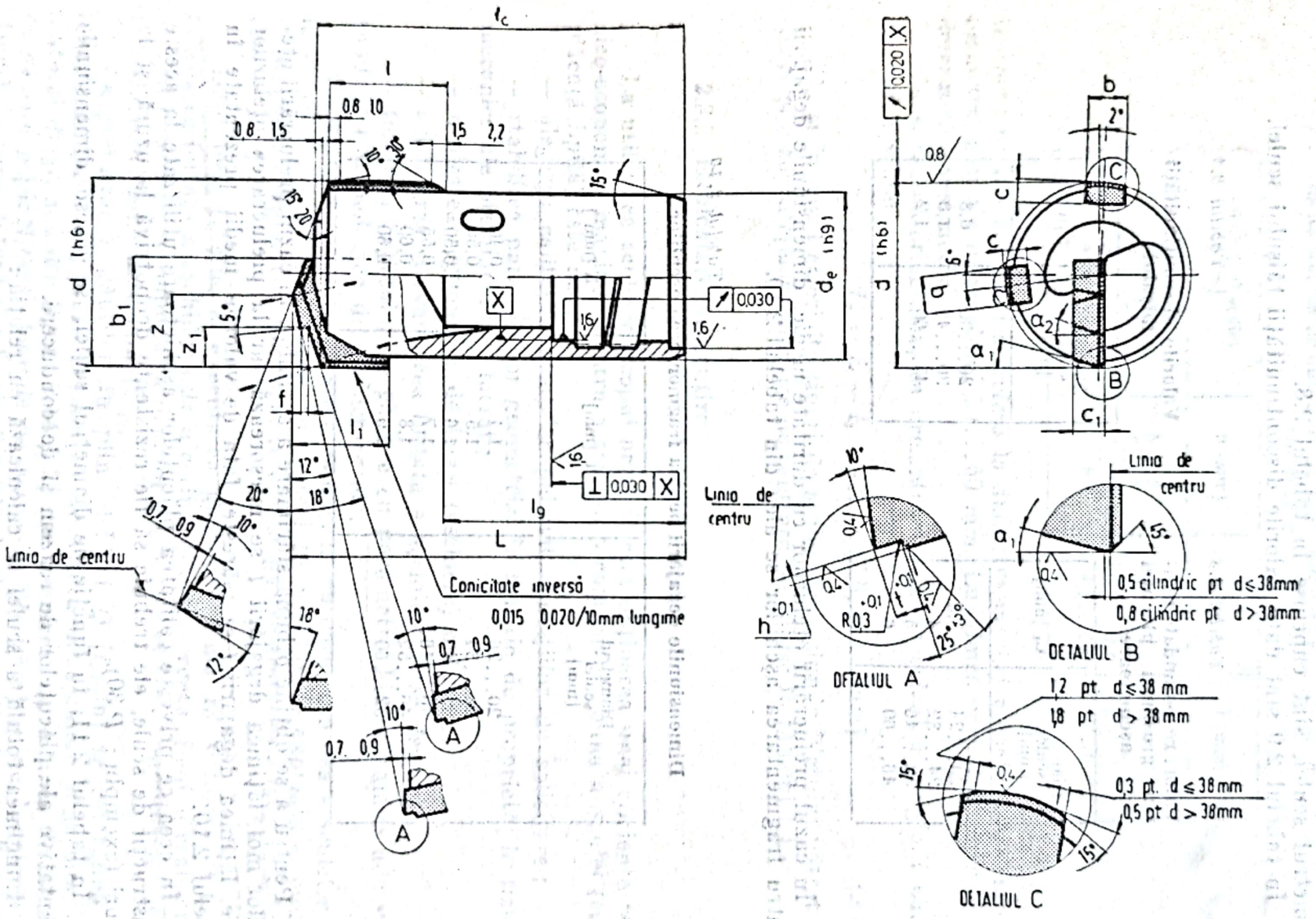


Fig. 2.13. Construcția și geometria sculei.

Valorile recomandate ale grosimii plăcuțelor aşchietoare, în funcție de diametrul sculei, sînt cuprinse în tabelul 2.8.

În tabelul 2.9 sînt date valorile discontinuității tăişului sculei.

Tabelul 2.8

Valori recomandate pentru grosimea plăcuței aşchietoare

Diametrul sculei, [mm]	C_1 [mm]
20...24	3,5
24...32	4
32...46	5
46...60	6

Tabelul 2.9

Valorile discontinuității tăişului

Diametrul sculei, [mm]	f [mm]
20...30	0,8
30...45	1,0
45...60	1,2

În cazul prelucrării oțelurilor cu duritate medie, dimensiunile degajării pentru fragmentarea aşchiilor se aleg din tabelul 2.10.

Tabelul 2.10

Dimensiunile degajării pentru fragmentarea aşchiilor

Diametrul sculei [mm]	t [mm]	h [mm]
20...26	1,4	0,40
26...34	1,5	0,50
34...40	1,6	0,50
40...46	1,7	0,55
46...52	1,8	0,60
52...60	2,0	0,60

Pentru a se obține o bună sfărîmare a aşchiilor, în cazul prelucrării oțelurilor moi, lățimea degajării t se micşorează iar la prelucrarea oțelurilor dure, lățimea degajării t se mărește, față de valorile medii prezentate în tabelul 2.10.

În ceea ce privește calitatea plăcuțelor aşchietoare utilizate la aceste construcții de scule, ele trebuie să fie rezistente deopotrivă la uzură şi la şocuri (exemplu : *P* 30).

În tabelul 2.11, în funcție de diametrul sculei, se găsesc dimensiunile orientative ale plăcuțelor de reazem şi de conducere.

Lungimea totală a sculei se calculează cu relația :

$$L = (1{,}75...2{,}85)\cdot d \quad [mm] \qquad (2.39)$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 2.11

Dimensiunile orientative ale plăcuţelor de reazem şi de conducere

Diametrul sculei [mm]	b [mm]	c [mm]	l [mm]
20...30	5...6	2,5...3	18...22
30...36	6...7	3 ...4	22...28
36...43	7...8	4 ...4,5	28...31
43...60	8	4,5...5,5	31

în care; coeficienţii mici se referă la diametre mari, iar coeficienţii mari la diametre mici ale intervalului 20...60 mm. Lungimea corpului sculei, l_c se determină constructiv.

Cu caracter orientativ, se prezintă relaţia de calcul a lungimii părţii găurite a sculei:

$$l_g = L - l_1 - (3{,}5...7{,}5) \qquad [\text{mm}] \qquad (2.40)$$

Ca şi în cazul celorlalte tipuri de scule, dimensiunile filetului pătrat de fixare şi a suprafeţelor cilindrice de centrare, se găsesc în tabelul 1.1.

2.3.2. Exploatare, reascuţire

La utilizarea sculelor, scopul urmărit este obţinerea unei eficienţe tehnico-economice maxime. Pentru a asigura o comportare bună a sculei (cu o plăcuţă lipită) este necesar:

— alegerea calităţii plăcuţelor potrivit condiţiilor de solicitare;

— stabilirea parametrilor geometrici în funcţie de proprietăţile fizico-mecanice ale oţelului de prelucrat;

— utilizarea regimurilor de lucru (aşchiere) optime;

— sfărîmarea şi evacuarea forţată a aşchiilor ce se degajează;

— folosirea lichidului de găurire cu parametrii hidrodinamici adecvaţi condiţiilor tehnologice de prelucrare etc.

Utilizarea acestui tip de sculă este asemănătoare cu aceea a sculelor cu mai multe plăcuţe aşchietoare. În consecinţă, regulile de exploatare, modul de stabilire a regimurilor de aşchiere etc. se găsesc tratate pe larg la subcapitolul 2.1.3.

După cum se ştie, la executarea găurilor adînci în sistemul B.T.A., evacuarea forţată a aşchiilor este o cerinţă preponderentă. Pentru realizarea acestui imperativ se impune ca lichidul de găurire să aibă anumiţi parametri hidrodinamici bine determinaţi.

La prelucrarea găurilor în plin, debitul Q [l/min] se determină în funcţie de diametrul găurii D [mm] şi de viteza de aşchiere v m/min, cu ajutorul diagramei din figura 2.14 [52]. De asemenea, presiunea lichidului de găurire p [daN/cm^2] depinde de diametrul D [mm] şi de lungimea L [mm] a găurii, interdependenţă ilustrată în diagrama din figura 2.15[5 2].

Scanned with OKEN Scanner

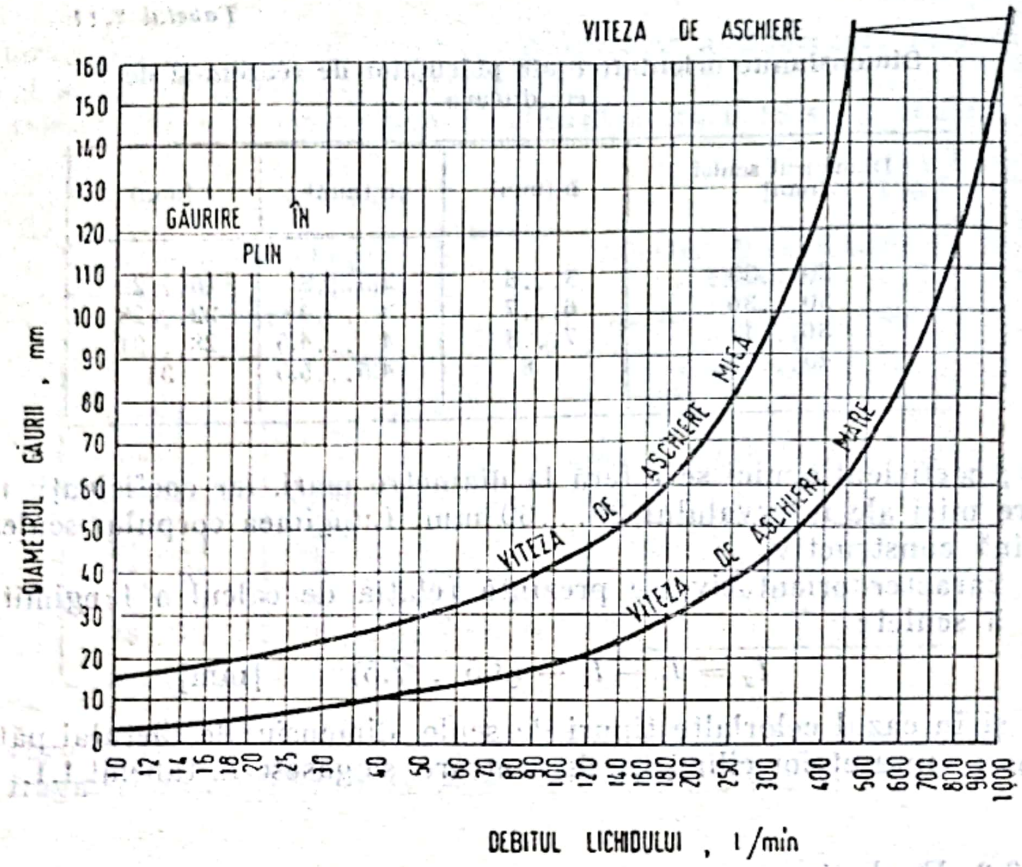


Fig. 2.14. Variaţia debitului lichidului în funcţie de diametrul găurii şi de viteza de aşchiere

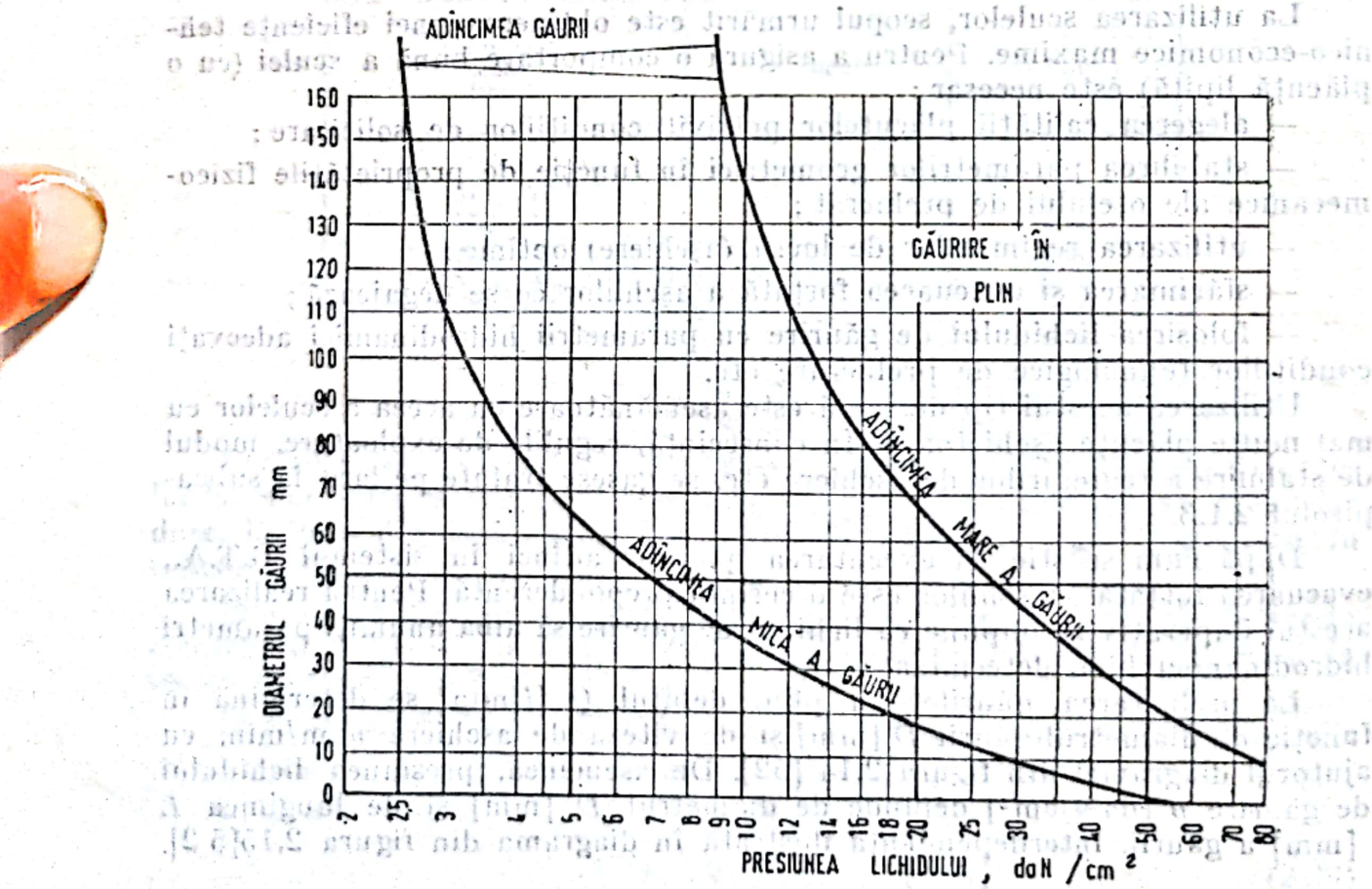


Fig. 2.15. Dependenţa presiunii lichidului de diametrul şi de adîncimea găurii.

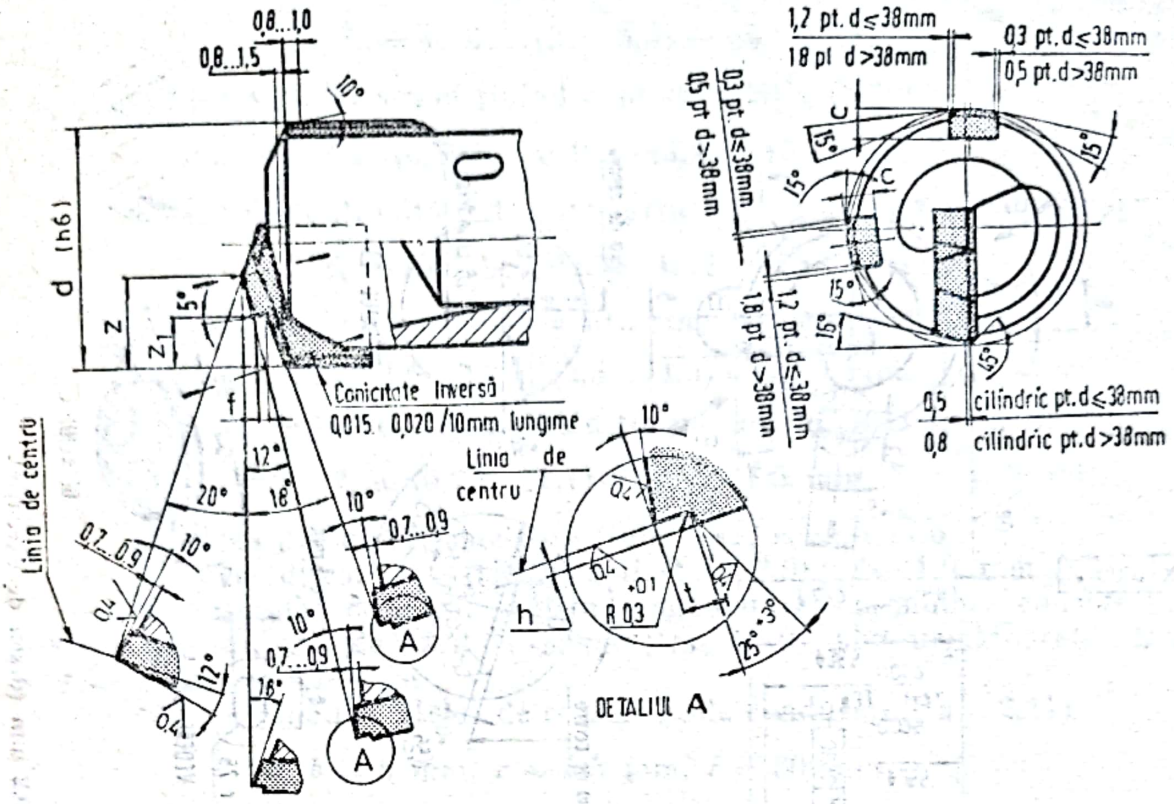


Fig. 2.16. Geometria sculei pentru ascuțire și reascuțire.

În exploatare, pe măsura uzării tăișului, scula cu o singură plăcuță de așchiere treptat, treptat își pierde capacitatea de așchiere. Odată cu depășirea uzurii admisibile, prelucrarea nu mai poate fi continuată. Datorită particularităților geometriei, pentru această construcție de sculă, durabilitatea indicată este $T = 35...45$ min.

Prin reascuțire readucînd scula la parametrii geometrici inițiali, se recuperează capacitatea de așchiere. În figura 2.16 este prezentată schema de ascuțire și reascuțire a sculei.

2.3.3. Aplicații

Exemplul 1. În cadrul echipării tehnologice a unor axe, se cere proiectarea unei scule (cu o plăcuță lipită) destinată găuririi dintr-o trecere a alezajelor (acestor arbori), la diametru și lungime $\varnothing 40^{+0,350} \times 975$ mm. Știind că arborii sînt confecționați din oțel de uz general pentru construcții OL 60 ($R = 65...75$ daN/mm²), și că valoarea rugozității medii aritmetice prescrisă pentru suprafețe prelucrate este cuprinsă între $R_a = 1,6...3,2$ μm, să se stabilească și viteza de avans.

Rezolvare: a) Determinarea dimensiunilor constructive și a parametrilor de așchiere, se efectuează cu referire permanentă la desenul sculei din figura 2.17:

— diametrul activ al sculei conform relației (2.33)

$$de = 40 + (0,50...0,60) \cdot 0,350 = 40,2 \text{ mm}$$

Scanned with OKEN Scanner

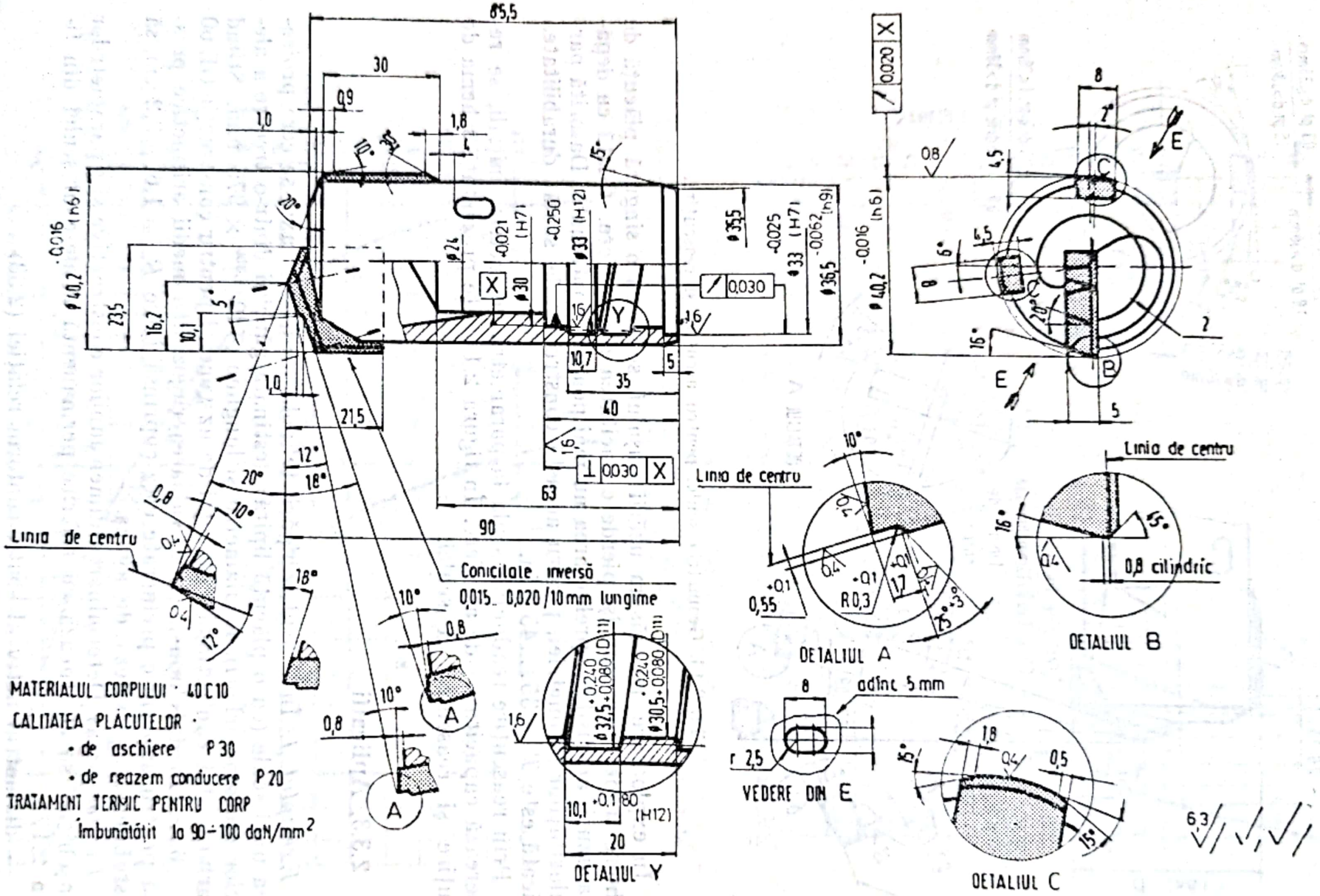


Fig. 2.17. Sculă pentru găurire în plin Ø40,2 mm (desen de execuție).

— diametrul exterior al corpului utilizînd relaţia (2.34);

$$d_e = 40{,}2\ldots(2\ldots5{,}5) = 36{,}5 \text{ mm}$$

— poziţia vîrfului sculei ţinînd cont de relaţia (2.35)

$$Z = (0{,}395\ldots0{,}405)\cdot 40{,}2 = 16{,}2 \text{ mm}$$

— poziţia discontinuităţii tăişului principal conform relaţiei (2.36)

$$Z_1 = (0{,}615\ldots0{,}625)\cdot 16{,}2 = 10{,}1 \text{ mm}$$

— lăţimea plăcuţei aşchietoare utilizînd relaţia (2.37)

$$b_1 = 0{,}5\cdot 40{,}2 + (2{,}5\ldots4{,}6) = 23{,}5 \text{ mm}$$

— lungimea plăcuţei aşchietoare ţinînd cont de relaţia (2.38)

$$l_1 = (0{,}75\ldots1{,}1)\cdot 23{,}5 = 21{,}5 \text{ mm}$$

— grosimea plăcuţei aşchietoare (tab. 2.8); $c_1 = 5$ mm
— mărimea discontinuităţii tăişului (tab. 2.9); $f = 1{,}0$ mm
— dimensiunile degajării pentru fragmentarea aşchiilor, considerînd oţelul OL 60 un oţel de duritate medie (tab. 2.10), sînt următoarele; $h = 0{,}55$ mm, $t = 1{,}70$ mm.
— dimensiunile plăcuţelor de reazem şi de conducere (tab. 2.11)

$$b = 8 \text{ mm},\ c = 4{,}5 \text{ mm},\ l = 30 \text{ mm}$$

— lungimea totală a sculei (2.39);

$$L = (1{,}75\ldots3{,}85)\cdot 40{,}2 = 90 \text{ mm}$$

— lungimea corpului sculei, rezultă constructiv; $l_c = 85{,}5$ mm
— lungimea părţii găurite a sculei (2.40);

$$l_g = 90 - 21{,}5 - (3{,}5\ldots7{,}5) = 63 \text{ mm}$$

b) Stabilirea vitezei de avans:
— viteza de aşchiere (tab. 2.4); $V = 60$ m/min,
— turaţia (fig. 2.5); $n = 450$ rot/min,
— avansul pe rotaţie, stabilit după cîteva încercări pînă la obţinerea unei fragmentări corespunzătoare a aşchiilor şi a rugozităţii cerute: $S_r = 0{,}12$ mm/rot,
— viteza de avans (fig. 2.6); $S \cong 50$ mm/min.

Exemplul 2. Pentru a obţine o evacuare rapidă şi sigură a aşchiilor în timpul operaţiei de găurire de la exemplul precedent, se cere determinarea parametrilor hidrodinamici ai lichidului de găurire.

Rezolvare: Cunoscînd, $D = 40$ mm şi $v = 60$ mm/min, din diagrama (fig. 2.14) rezultă:

$$Q = 150 \text{ l/min}$$

Ţinînd cont de lungimea relativ mare a găurii ($L = 975$ mm), valoarea presiunii lichidului se determină utilizînd diagrama din figura 2.15;

$$p = 25 \text{ daN/cm}^2.$$

Scanned with OKEN Scanner

2.4. Scule cu plăcuțe schimbabile

2.4.1. Sistemul de forțe care solicită scula

La ora actuală cele mai reușite construcții de scule destinate executării găurilor adînci (fără recuperarea miezului) sînt cele cu plăcuțe aşchietoare schimbabile [40]. Plăcuțele utilizate în acest scop au formă triunghiulară, iar numărul lor depinde de diametrul sculei. Desigur, pentru a putea cuprinde toată suprafața din interiorul găurii la diametre mari, numărul plăcuțelor aşchietoare este mare.

În scopul efectuării unui studiu al solicitării sculei în procesul de găurire, se abordează la început un caz simplu (cu trei plăcuțe aşchietoare), generalizarea făcîndu-se pe parcurs, prin analogie. Dispunerea spațială a plăcuțelor și repartiția forțelor care solicită o asemenea sculă, sînt prezentate în figura 2.18. Situînd scula într-un sistem de referință rectangular drept xOyz, în așa fel ca direcția avansului *s* să coincidă cu axa *Ox*, iar rotația să aibă loc în jurul aceluiași ax., în timpul efectuării mișcării de rototranslație (ale cărei componente sînt : rotația caracterizată de turația *n* și translația rezultată din mișcare de avans *s*) cele trei plăcuțe aşchietoare (poziția 1, 2 și 3) degajează toată cantitatea de material din interiorul găurii sub formă de aşchii.

Pentru anularea tendinței de deviere a sculei în timpul avansării, în planul yOz (fig. 2.18) se dispun două puncte de sprijin, materializate prin plăcuța de reazem (poz. I) respectiv plăcuța de conducere

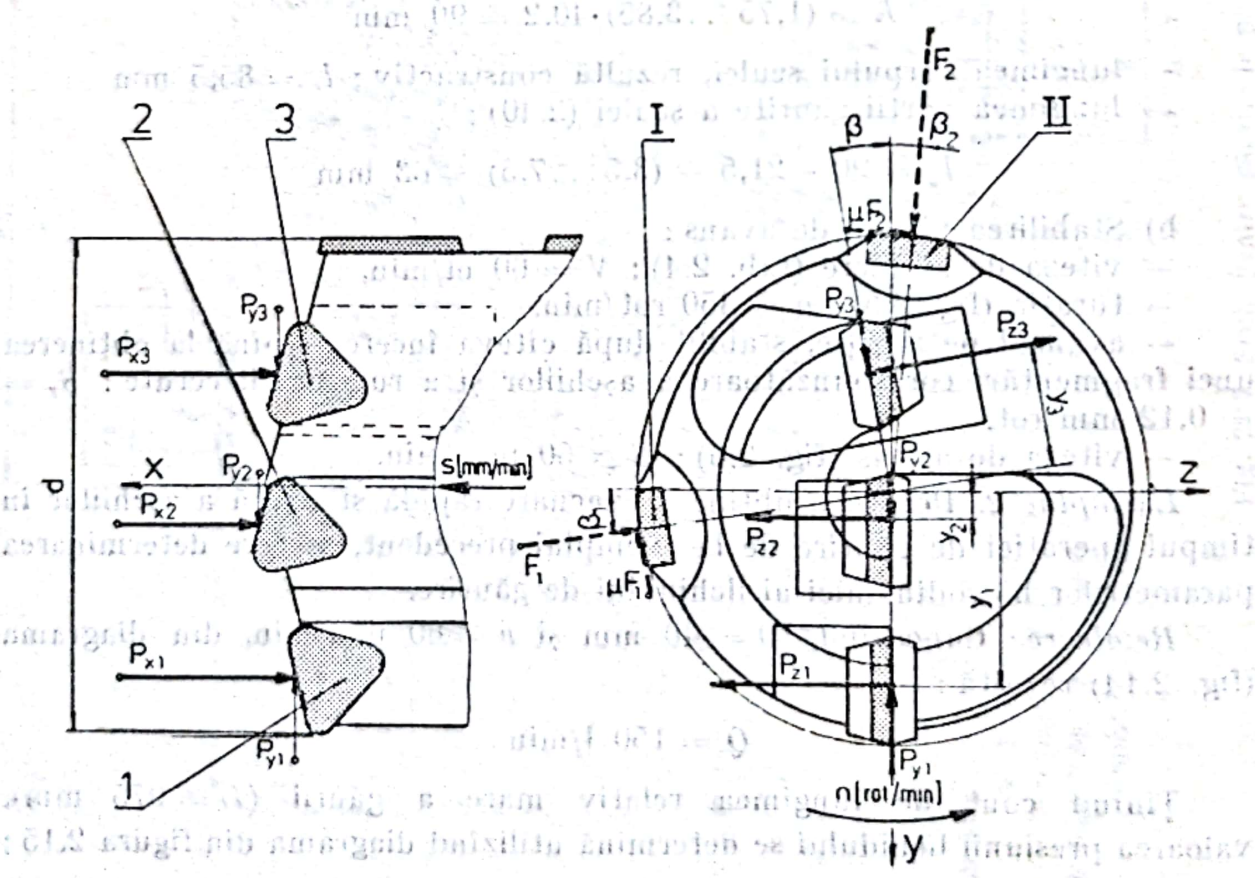


Fig. 2.18. Schema sistemului de forțe care solicită scula.

Scanned with OKEN Scanner

(poz. II), așezate la unghiurile de poziție β_1 și β_2. În momentul pătrunderii sculei în material, asupra tăișurilor plăcuțelor acționează forțele de așchiere care pot fi reduse în raport cu cele trei axe, obținînd [11, 32, 40]:

— componenta principală a forței de așchiere (după axa Oz)

$$P_z = \cos\beta \Sigma P_{zk} + \sin\beta \Sigma P_{yk} - \Sigma P_{zj} \tag{2.41}$$

— componenta radială (după axa Oy)

$$P_y = \Sigma P_{yi} + \cos\beta \Sigma P_{yk} + \sin\beta \Sigma P_{zk} \tag{2.42}$$

— componenta de avans (după axa Ox)

$$P_x = \Sigma P_{xi} \tag{2.43}$$

în care (după efectuarea generalizării):

β este unghiul de înclinație a muchiei așchietoare în planul yOz,

j — numărul plăcuțelor așchietoare situate de-a lungul axei Oy, din planul yOz;

k — numărul plăcuțelor așchietoare, situate după înclinația din planul yOz;

i — numărul total de plăcuțe așchietoare.

Concomitent cu apariția forțelor de așchiere, ca urmare a primului principiu al mecanicii (principiul acțiunii și a reacțiunii) în dreptul plăcuțelor de reazem și de conducere iau naștere reacțiunile F_1 și F_2, îndreptate spre originea O, a sistemului cartezian de referință. Pentru realizarea mișcării de rotație este necesar ca momentul motor M_m să fie mai mare ca momentul rezistent (compus din momentul forțelor de așchiere M_a și momentul forțelor de frecare M_f), adică;

$$M_m > M_a + M_f = \Sigma yi \cdot Pzi + \frac{d}{2}\mu(F_1 + F_2) \tag{2.44}$$

în care; μF_1 și μF_2 sînt forțele de frecare în dreptul plăcuțelor de reazem și de conducere, realizînd un cuplu opus tendinței de rotație a sculei din planul yOz.

Similar cu cazul sculelor de la subcapitolul 2.1.1, suma momentelor M_a și M_f se calculează cu formula (2.8).

De asemenea, forța motrică de avans P_m trebuie să fie mai mare ca forța rezistentă de avans (compusă din componenta de avans a forței de așchiere P_x și forța de frecare P_f după axa Ox)

$$P_m > P_x + P_f = \Sigma P_{xi} + \mu(F_1' + F_2') \tag{2.45}$$

Forțele de frecare $\mu F_1'$ și $\mu F_2'$, în acest caz au suportul paralel cu axa Ox fiind situate de-a lungul generatoarei cilindrului de diametru d la mijlocul plăcuțelor de reazem-conducere și cu sensuri opuse tendinței de avansare a sculei.

Suma forțelor $Px + P_f$, reprezentînd forța axială totală se determină ca relația (2.10).

Scanned with OKEN Scanner

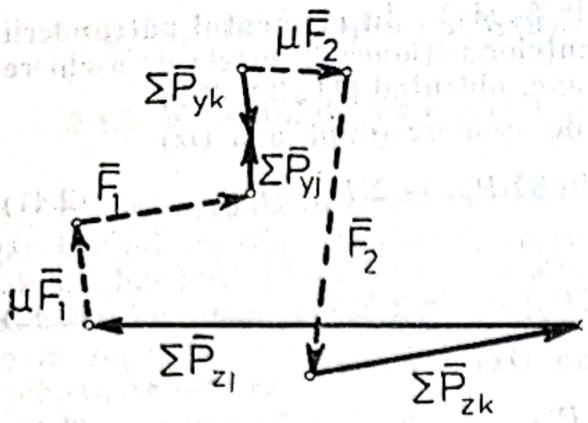


Fig. 2.19. Poligonul forțelor.

Considerată ca un solid rigid în spațiu supus la legături și executînd o mișcare clasică de șurub, scula posedă un singur grad de libertate față de sistemul de referință yOyz (mișcarea de rotație și cea de translație fiind legate între ele cinematic).

Posibilitatea deplasării în lungul axei Ox precum și rotația în jurul acestei axe, se exprimă matematic prin condițiile [9, 16, 17 ,22, 26]:

$$\Sigma X \neq 0\,;\; P_m - P_x - \mu(F_1' + F_2') \neq 0 \tag{2.46}$$

$$\Sigma Y = 0\,;\; F_2(\cos\beta_2 + \mu \sin\beta_2) - F_1)\sin\beta_1 + \mu\cos\beta_1) - P_y = 0 \tag{2.47}$$

$$\Sigma Z = 0\,;\; F_1(\cos\beta_1 - \mu\sin\beta_1 - F_2(\sin\beta_2 - \mu\cos\beta_2) - P_z = 0 \tag{2.48}$$

$$\Sigma M_x \neq 0\,;\; M_m - \Sigma x \cdot Pzi - \frac{d}{2}\mu(F_1 + F_2) \neq 0 \tag{2.49}$$

$$\Sigma M_y = 0 \tag{2.50}$$

$$\Sigma M_z = 0 \tag{2.51}$$

în care; Px, Py și Pz sînt componentele forței de așchiere exprimate prin relațiile (2.41), (2.42) și (2.43). Cele două condiții din planul yOz (2.47) și (2.48) reprezintă de fapt expresia analitică a echilibrului sculei față de originea sistemului.

Echilibrul tuturor forțelor în planul de rotație a sculei (făcînd abstracție de avansare) poate fi ilustrat și grafic prin construcția poligonului forțelor (fig. 2.19), care se închide [32]. Forțele de așchiere Px_1; Py_1 și Pz_1 care acționează asupra plăcuței periferice poziția 1, sînt cele mai mari. Ele cuprind și forțele de frecare care iau naștere între plăcuță și suprafața interioară a alezajului prelucrat.

2.4.2. Construcție, proiectare

Soluția fixării mecanice a plăcuțelor, avînd ca efect îmbunătățirea performanțelor de așchiere, a găsit o largă aplicabilitate și în domeniul sculelor destinate executării găurilor adînci. Pentru a pune în evidență noile valențe astfel dobîndite, în continuare se enumeră principalele avantaje pe care le prezintă sculele pentru găuri adînci, dotate cu plăcuțe schimbabile [7, 29, 40, 44, 50]:

— sistemul de fixare pe exterior, oferă posibilitatea prinderii sigure, rapide și rigide a plăcuței;

— în cazul uzării, știrbirii sau deteriorării muchiei așchietoare, printr-o simplă rotație se pot aduce celelalte muchii așchietoare în poziție de lucru;

— la schimbarea poziției (tăișului) sau la înlocuirea plăcuței, parametrii de așchiere, respectiv cotele de lucru ale sculei nu se schimbă;

Scanned with OKEN Scanner

— nu necesită operație de ascuțire și reascuțire ;

— se lărgește gama de utilizare a sculei, prin posibilitatea aplicării de la caz la caz a plăcuțelor așchietoare, a căror calitate poate fi mereu în concordanță cu regimul de solicitare ;

— în cazul prelucrării oțelurilor cu caracteristici diferite, sfărîmarea așchiilor se realizează printr-o simplă înlocuire a plăcuței destinate fragmentării așchiilor ;

— durata de folosire a sculei este considerabil mai mare ca la scule cu plăcuțe lipite (corpul sculei cu plăcuțe lipite devine nerecuperabil după ultima reascuțire, pe cînd în cazul celor cu plăcuțe schimbabile, corpul are o utilizabilitate teoretic nelimitată);

— se elimină tensiunile interne ce apar în plăcuțe în urma lipirii ;

— neexistînd cauze de fisurare, proprietățile de așchiere se îmbunătățesc, iar durabilitatea crește ;

— permite utilizarea unor regimuri de lucru mai mari, obținînd o productivitate mărită.

Înzestrate deci, cu asemenea calități întrinseci, sculele pentru executarea găurilor adînci cu plăcuțe așchietoare schimbabile (fig. 1.5, *c*) pot fi considerate la ora actuală ca cele mai răspîndite scule de acest gen. Datorită particularităților constructive ele se folosesc de preferință la găuri în plin. dar, tot așa de bine se poate utillza la găurire inelară și la lărgire.

Destinată pentru prelucrarea găurilor cu diametre relativ mici a domeniului de lucru, folosind trei plăcuțe schimbabile de formă triunghiulară, figura 2.20, reprezintă aranjamentul spațial al tăișului plăcuțelor (în cele două plane caracteristice), și parametrii geometrici constructivi ai unui asemenea tip de sculă [29, 35, 40, 56, 457].

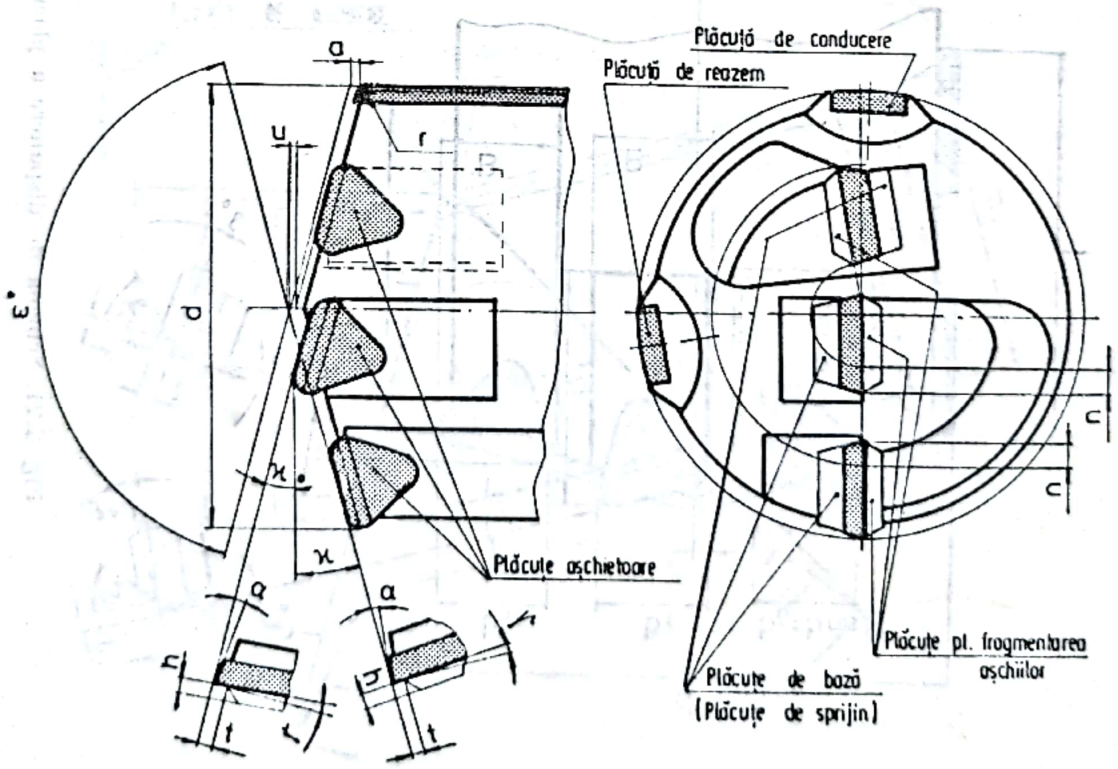


Fig. 2.20. Modelul și parametrii geometriei plăcuțelor sculei.

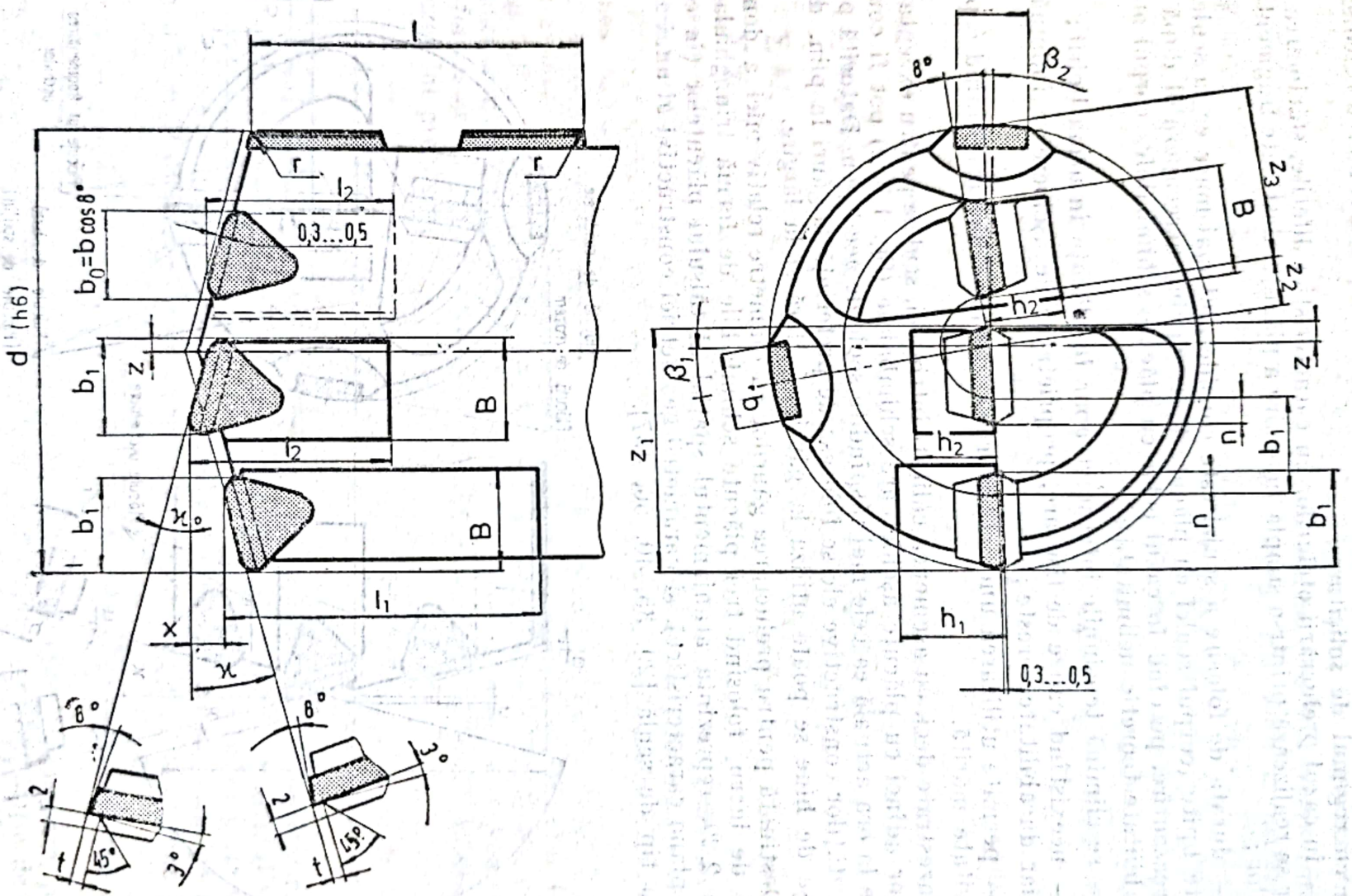


Fig. 2.21. Schema de dispunere a plăcuţelor şi parametrii geometrici constructivi ai sculei.

Scanned with OKEN Scanner

Notaţiile utilizate în figura 2.20 sînt :

d — diametrul de lucru (sau activ) al sculei ;
t, h — lăţimea şi adîncimea pragului pentru fragmentarea aşchiilor ;
a — distanţa la intrare ;
r — raza de rotunjire la intrare ;
n — suprapunerea (intercalarea, acoperirea) plăcuţelor aşchietoare ;
u — decalarea tăişurilor ;
$\varkappa$ — unghiul tăişului principal exterior ;
$\varkappa_0$ — unghiul tăişului interior ;
ε — unghiul de vîrf ;
α — unghiul de aşezare ;
γ — unghiul de degajare ;
β — unghiul de înclinaţie a muchiei aşchietoare.

BIBLIOTECA PERSONALA
Nr.
Carmen Antonovici

În contextul obţinerii unei geometrii de aşchiere optime şi a uşurării proiectării acestor scule, se va avea în vedere în permanenţă acest mod de amplasare a tăişurilor, unde evident pe măsura creşterii diametrului, numărul plăcuţelor aşchietoare creşte. La proiectare, în prealabil se stabileşte schema de amplasare a plăcuţelor de aşchiere, de reazem şi de conducere (fig. 2.21) în cele două plane caracteristice. Plăcuţele aşchietoare schimbabile din cabluri metalice sinterizate, triunghiulare, cu unghi de aşezare 11°, precizie normală, utilizate la aceste construcţii, se fabrică centralizat [50].

Este necesar, mai întîi, a cunoaşte proiecţia muchiei tăietoare a plăcuţelor pe planul de aşchiere, care este de fapt lăţimea ce o poate aşchia o plăcuţă într-un plan perpendicular pe axa de rotaţie. Pentru unghiul tăişului $\varkappa = 15°$ în figura 2.22 sînt stabilite lăţimile de aşchiere ale unei plăcuţe triunghiulare, în funcţie de razele de vîrf.

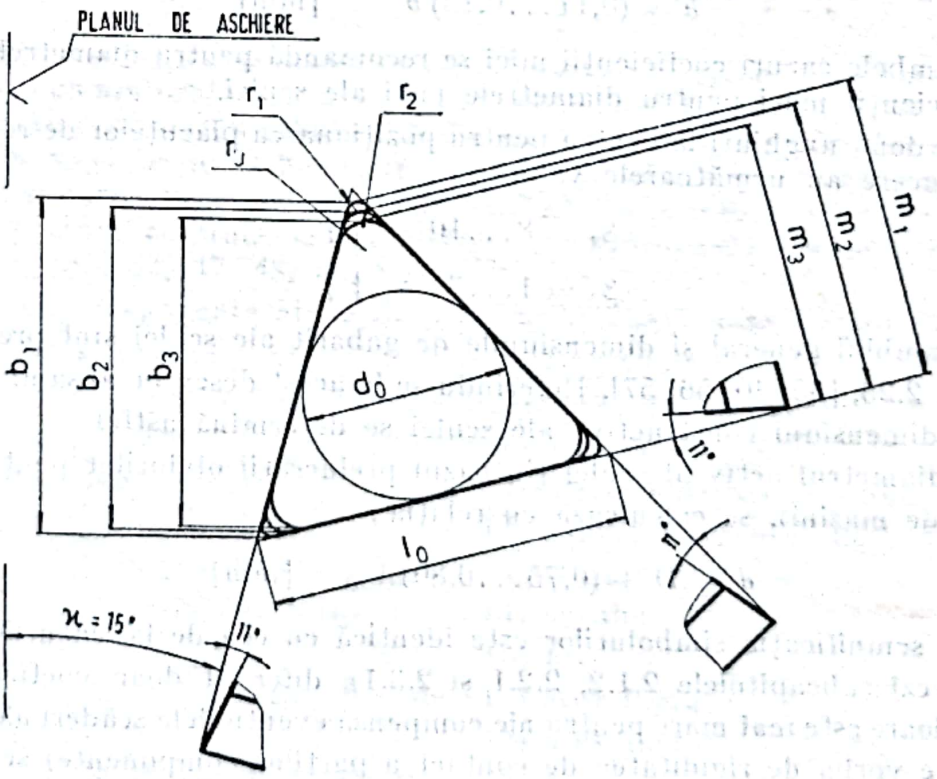


Fig. 2.22. Stabilirea lăţimii de aşchiere a plăcuţelor.

Scanned with OKEN Scanner

Depinzînd de diametrul găurii de prelucrat, valorile recomandate pentru cota Z (fig. 2.21), sînt cuprinse între limitele

$$Z = 1{,}5 \ldots 5{,}5 \text{ mm},$$

în care ; valorile mici se referă la diametrele mici, iar valorile mari la diametrele mari ale sculei. Odată cunoscute, diametrul găurii de prelucrat D, unghiul tăişului al sculei $\varkappa = 15°$ şi lăţimile de aşchiere ale plăcuţelor b_1, se trasează la scară mărită amplasamentul plăcuţelor conform figurii 2.21, în vederea realizării unor intercalări corespunzătoare, notate cu u. Elementele geometrice Z_2 şi X se stabilesc pe cale grafică. Este evident că la creşteri relativ mici ale diametrului sculei nu este necesară mărirea numărului de plăcuţe, ci alegerea unor plăcuţe cu raze mai mici la vîrf.

Pentru controlul execuţiei sculei se definesc cotele :

$$Z_1 = \frac{d}{2} + Z \quad [\text{mm}] \tag{2.52}$$

$$Z_3 = \frac{d}{2} - Z_2 \quad [\text{mm}] \tag{2.53}$$

Dimensiunile unităţilor port-plăcuţe, l_1, l_2, B, h_1, şi h_2 se stabilesc constructiv.

Lungimea şi lăţimea plăcuţelor de reazem şi de conducere se determină cu relaţiile :

$$l = (0{,}40 \ldots 0{,}75)\, d \quad [\text{mm}] \tag{2.54}$$

$$b = (0{,}11 \ldots 0{,}18)\, d \quad [\text{mm}] \tag{2.55}$$

În ambele cazuri coeficienţii mici se recomandă pentru diametrele mari, iar coeficienţii mari pentru diametrele mici ale sculei.

Cele două unghiuri la centru pentru poziţionarea plăcuţelor de reazem şi de conducere au următoarele valori :

$$\beta_1 = 8 \ldots 10 \quad [°]$$

$$\beta_2 = 1 \ldots 3 \quad [°]$$

Ansamblul general şi dimensiunile de gabarit ale sculei sînt prezentate în figura 2.23, [35, 40, 56, 57]. Referindu-se la acest desen de ansamblu principalele dimensiuni constructive ale sculei se determină astfel :

— diametrul activ al sculei (în cazul prelucrării oţelurilor pentru construcţii de maşini), se calculează cu relaţia ;

$$d = D + (0{,}75 \ldots 0{,}80) A_{SD} \quad [\text{mm}] \tag{2.56}$$

în care ; semnificaţia simbolurilor este identică cu cea de la cazurile anterioare (vezi subcapitolele 2.1.2, 2.2.1 şi 2.3.1), diferind doar coeficienţii a căror valoare este mai mare pentru ale compensa eventualele scăderi ale rigidităţii (este vorba de rigiditatea de contact a părţilor componente) sculei, în direcţia radială,

Scanned with OKEN Scanner

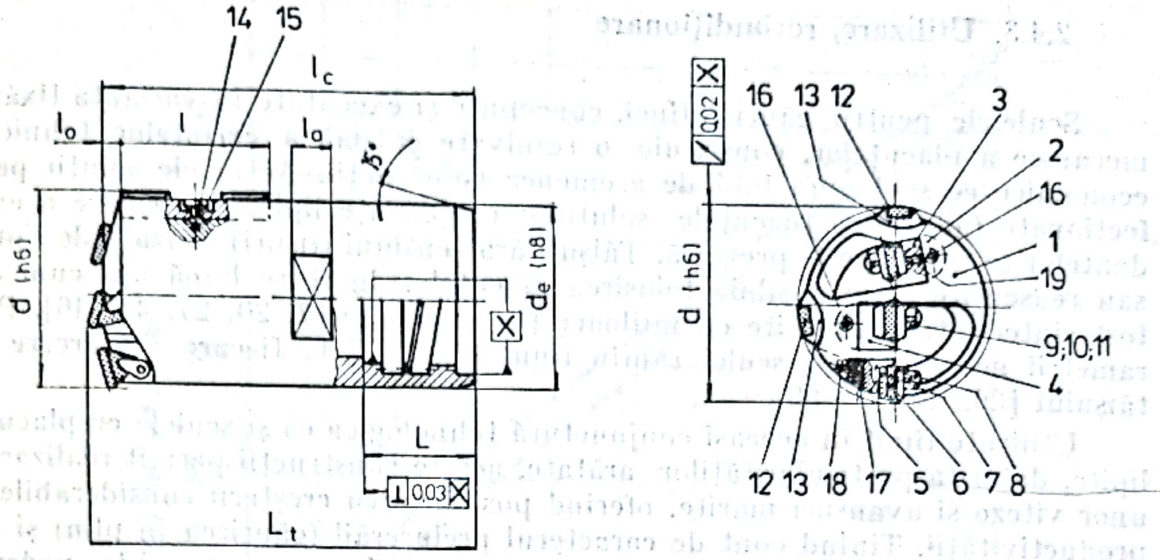


Fig. 2.23. Ansamblul și dimensiunile constructive ale sculei.

— diametrul exterior al corpului sculei se determină cu relația :

$$d_e = d - (3{,}5\ldots6{,}5) \quad [\text{mm}] \tag{2.57}$$

— lungimea corpului sculei este dată de suma :

$$l_c = l_0 + l + l_a + L + (4\ldots18) \quad [\text{mm}] \tag{2.58}$$

în care , l_a este lățimea aplatizării stabilită constructiv.

Lungimea totală L_t, evident depinde de mărimea și poziția plăcuței centrale.

Fixarea și centrarea sculei în raport cu tija de găurire, în acest caz, se realizează cu ajutorul unui filet pătrat și două suprafețe de centrare ale căror dimensiuni se găsesc în tabelul 1.1. La alegerea calității plăcuțelor se va ține seama de vitezele de așchiere aferente. Astfel pentru plăcuțele periferice se vor utiliza carburi metalice rezistente la uzură și viteze de așchiere mari, iar pentru plăcuțe centrale se vor utiliza carburi metalice tenace și rezistente la șocuri, [43, 44, 47, 48, 50, 63].

Piesele componente ale sculei (fig. 2.23) sînt notate cu pozițiile :

1) corpul sculei ;
2) semicilindru (solidar cu corpul sculei) ;
3) corp port-plăcuță ;
4) corp port-plăcuță ;
5) corp port-plăcuță ;
6) plăcuță așchietoare tip TPUN,
7) plăcuță de bază (plăcuță de sprijin) ;
8) plăcuță pentru fragmetarea așchiilor ;
9) șurub ;
10) bridă de strîngere ;
11) arc inelar ;
12) plăcuță de reazem-conducere ;
13) suportul plăcuței de reazem-conducere ;
14) șurub ;
15) arc ;
16) știft filetat ;
17) știft filetat ;
18) șurub ;
19) șurub ;

Scanned with OKEN Scanner

2.4.3. Utilizare, recondiționare

Sculele pentru găuri adînci, concepute și executate în varianta fixării mecanice a plăcuțelor, constituie o rezolvare optimă a cerințelor tehnico-economice ce se impun față de asemenea construcții. Actualele soluții perfecționate înlătură deficiențele soluțiilor cu plăcuțe lipite ca urmare a evidentelor avantaje ce le prezintă. Tăișul fără tensiuni (fisuri) cauzate de lipire sau reascuțire, face posibilă folosirea plăcuțelor în stare bună așa cum au fost sinterizate și ascuțite cu mijloace perfecționate [7, 20, 27, 45, 46]. Parametrii geometrici ai sculei rămîn riguros aceiași la fiecare întoarcere a tăișului [29, 40, 49, 50].

Utilizate fiind în aceeași conjunctură tehnologică ca și sculele cu plăcuțe lipite, datorită particularităților arătate, aceste construcții permit realizarea unor viteze și avansuri mărite, oferind posibilitatea creșterii considerabile a productivității. Ținînd cont de caracterul prelucrării (găurirea în plin) și de regimurile de lucru (mai severe), la exploatarea lor se va avea în vedere, rigiditatea sistemului tehnologic elastic de prelucrare și performanțele ce se pot obține de la mașină. În acest sens, puterea consumată la așchiere, forța de avans și momentul de rotație realizate în procesul de lucru, trebuie să fie riguros subordonate caracteristicilor (aferente) de instalare a mașinii.

În funcție de diametrul găurii D [mm], viteza de așchiere v [m/min] și avansul pe rotație S_r [mm/rot], cu ajutorul diagramei din figura 2.24, se determină puterea consumată N [CP sau kW] la așchierea oțelurilor pentru construcții de mașini.

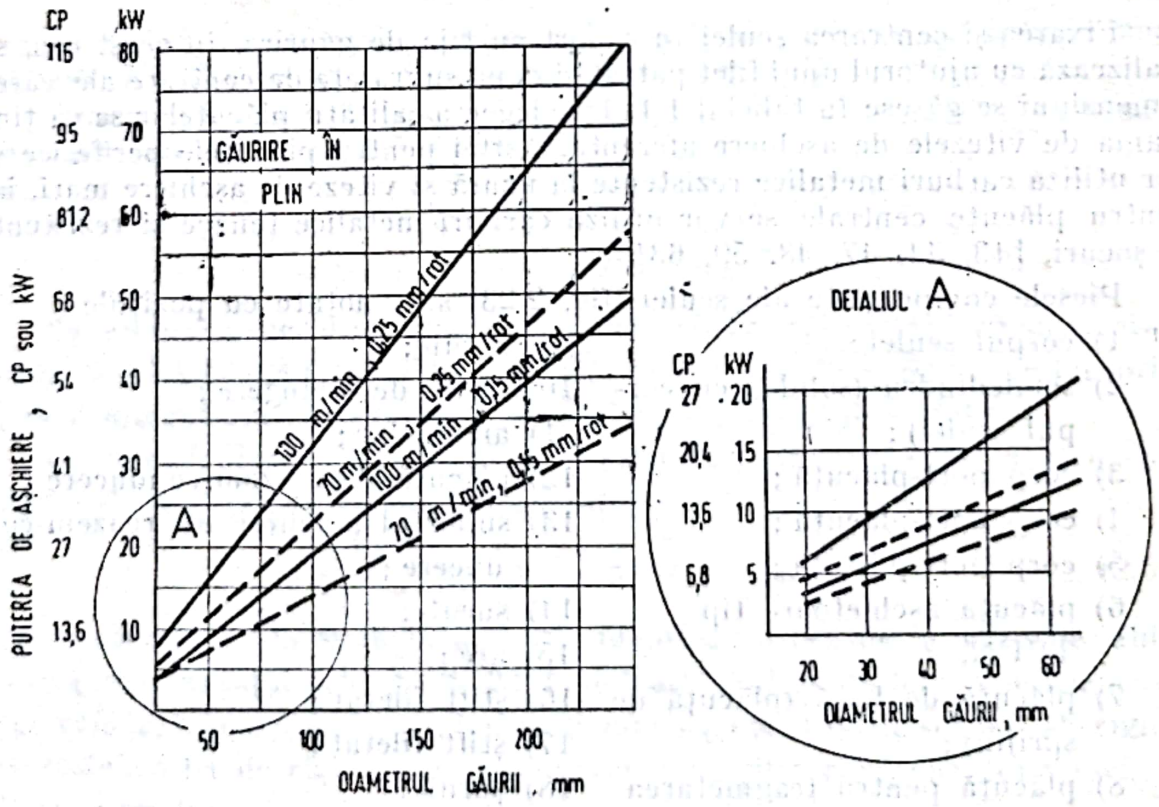


Fig. 2.24. Diagrama pentru determinarea puterii de așchiere.

Scanned with OKEN Scanner

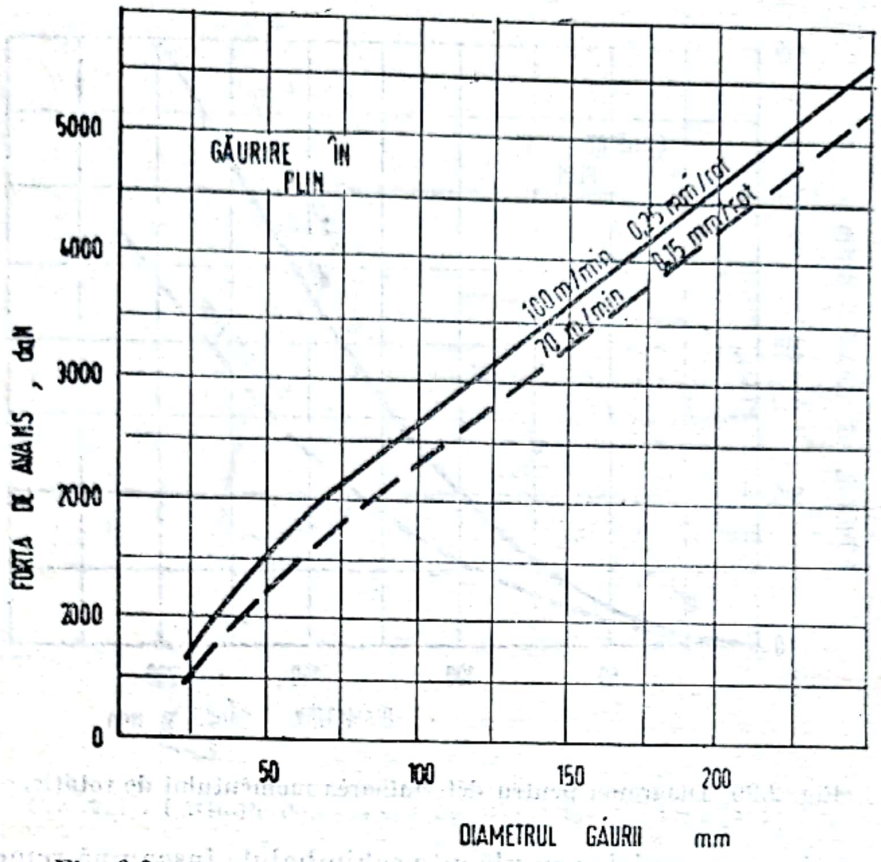


Fig. 2.25. Diagrama pentru determinarea forței de avans.

Forța de avans necesară P, [daN] se determină similar în funcție de diametrul găurii D [mm], viteza de așchiere v [m/min] și avansul pe rotație S_r [mm/rot] utilizînd diagrama din figura 2.25, avînd valabilitate în cazul prelucrării oțelurilor de construcție.

În final momentul de rotație M [daN·m] care depinde de diametrul găurii D [mm] și de avansul pe rotație S_r [mm/rot] se determină cu ușurință pe baza diagramei din figura 2.26, construită de asemenea pentru oțeluri de construcție.

Pe măsura creșterii uzurii tăișurilor, acești indicatori ai gradului de solicitare a sculei și a mașinii (forța de avans, momentul de rotație și puterea de așchiere) au o tendință de creștere. În vederea exploatării raționale a sculei și a mașinii, la momentul potrivit se vor întoarce plăcuțele, făcînd ca tăișurile neuzate să ajungă în poziție de lucru.

Duritatea oțelului și mărimea avansului sînt elemente determinante stabilirii lățimii pragului pentru fragmentarea așchiilor t (fig. 2.23). Practic, această lățime se materializează prin aplicarea plăcuțelor (destinate fragmentării așchiilor de diferite dimensiuni). Fiind exploatate în cele mai diverse condiții tehnologice, sculele prezintă o mare adaptabilitate la condițiile concrete de prelucrare, prin posibilitatea ce o oferă fixarea mecanică a plăcuțelor de a putea utiliza în toate cazurile carburi metalice de calitate corespunzătoare.

Este evident că printr-o exploatare rațională se obține o mărime considerabilă a duratei de folosire a acestor scule. Privind prin prisma unor deziderate de a avea o recondiționare cît mai ușoară și rapidă, actualele soluții constructive constituie o rezolvare reușită.

Scanned with OKEN Scanner

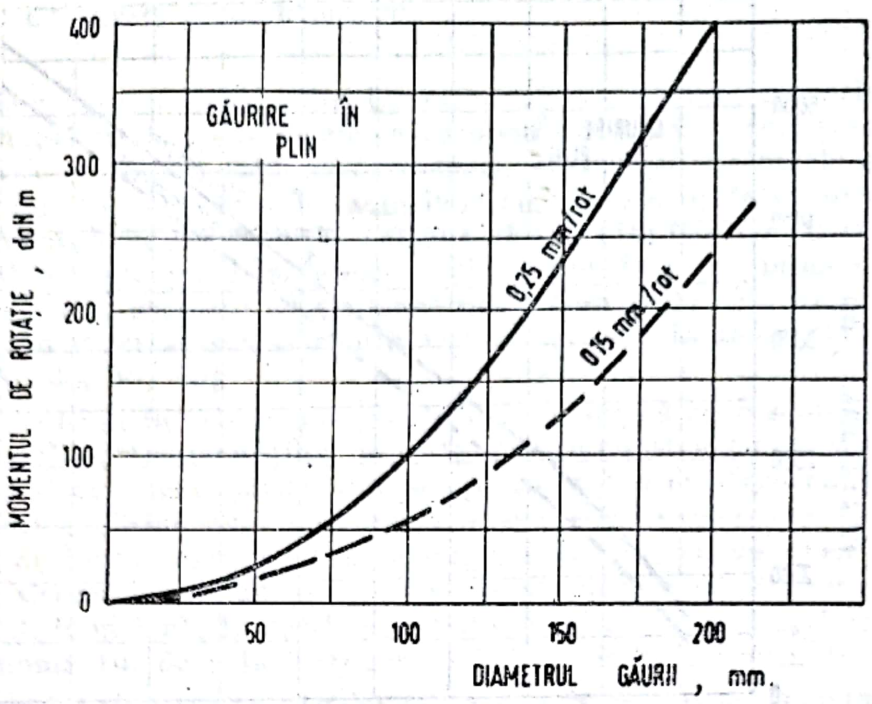


Fig. 2.26. Diagrama pentru determinarea momentului de rotație.

Recondiționarea sculelor cu plăcuțe schimbabile înseamnă remedierea sau înlocuirea pieselor deteriorate, respectiv uzate, cu scopul reinstalării capacității totale de așchiere. Practica îndelungată de utilizare ne arată că piesele care au frecvență maximă de deteriorare sau uzare sînt : corpurile port-plăcuță și bridele de strîngere. Fiind asigurată interschimbabilitatea totală din construcție, este suficient a se confecționa piese de schimb, de rezervă, pentru soluționarea problemei recondiționării.

2.4.4. Aplicații

Exemplul 1. Pentru găurirea în plin (și dintr-o trecere) a unor arbori la diametrul $D = 65$ mm, se cere :

a) proiectarea sculei cu plăcuțe schimbabile,

b) stabilirea grupelor de utilizare a plăcuțelor și a regimurilor de lucru pentru a se obține o rugozitate medie aritmetică a suprafețelor prelucrate $R_{a\ max} = 3{,}2\ \mu m$, în următoarele cazuri :

I. Arborii principali se confecționează din oțel carbon de calitate OLC 45 (îmbunătățit la $R = 65 \ldots 70$ daN/mm²).

II. Arborii principali se confecționează din oțel aliat pentru construcții de mașini 40 C 10 (îmbunătățit la $R = 100 \ldots 105$ daN/mm²).

Rezolvare : a) Considerînd unghiul tăișului $\varkappa = 15°$, în figura 2.27 sînt stabilite lățimile de așchiere a plăcuțelor triunghiulare (TPUN 16.03.04, TPUN 16.03.08 și TPUN 16.03.12) în funcție de razele de vîrf ale acestora.

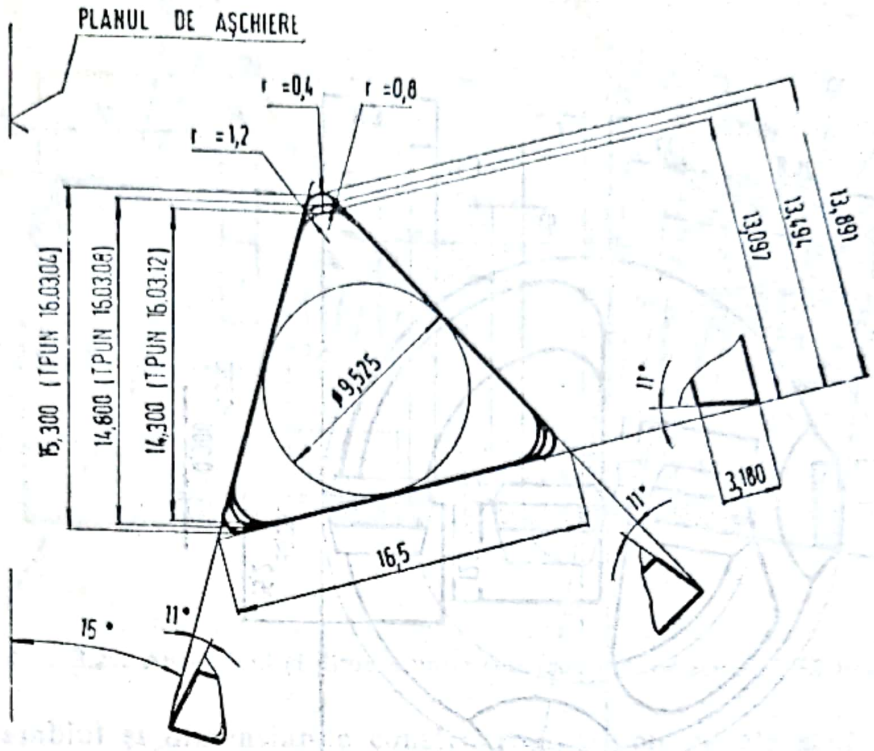


Fig. 2.27. Lățimile de așchiere ale plăcuțelor din familia TPUN.

Cunoscînd lățimile de așchiere ale plăcuțelor, diametrul de găurit ($D = 65$ mm), precum și unghiurile tăișurilor ($\varkappa$; $\varkappa_0 = 15°$), asemănător schemei din figura 2.21, se construiește la scară mărită amplasarea plăcuțelor așchietoare pentru a se obține o acoperire corespunzătoare (3,6 și 3,8 mm) a plăcuțelor în timpul rotației sculei.

Schema de amplasare astfel obținută este prezentată în figura 2.28.

Întrucît diametrul alezajului de preferat nu este tolerat, diametrul activ al sculei se ia egal cu dimesiunea nominală a acestuia ;

$$d = 65 \text{ mm}.$$

Pentru o bună echilibrare în procedeul de lucru și pentru asigurarea rectilinității avansării sculei, dimensiunile funcționale și poziția unghiulară a plăcuțelor de reazem-conducere se determină, respectiv se stabilește astfel :

— lungimea plăcuțelor rezultă pe baza relației (2.54) ;

$$l = 0{,}75 \cdot 65 \cong 50 \text{ mm}$$

— lățimea plăcuțelor se determină utilizînd relația (2.55) ;

$$b = 0{,}18 \cdot 65 \cong 12 \text{ mm}$$

— poziția unghiulară a plăcuțelor se alege pe baza recomandărilor de la subcapitolul 2.4.2 ; $\beta_1 = 9°$ $\beta_2 = 2°$.

Scanned with OKEN Scanner

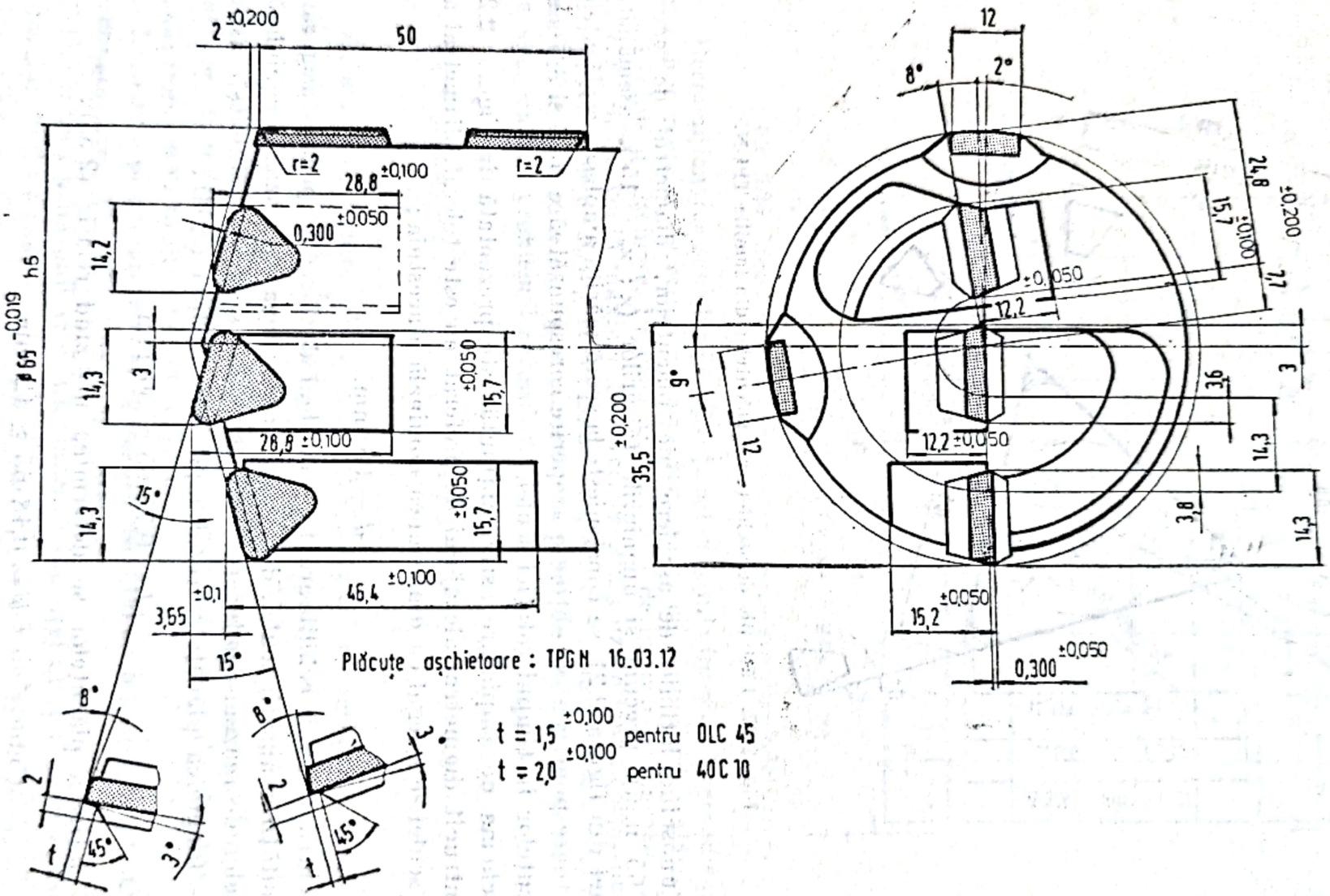


Fig. 2.28. Schema de amplasare a plăcuțelor și parametrii geometrici constructivi ai sculei cu ∅ 65 mm.

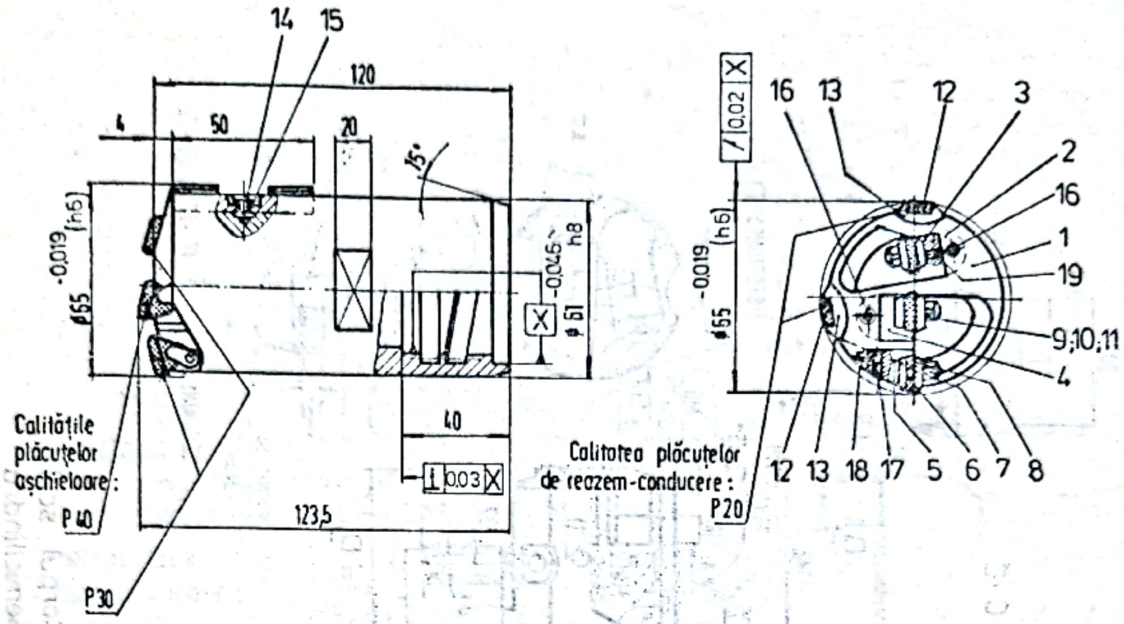


Fig. 2.29. Ansamblul și dimensiunile constructive ale sculei ∅65 mm.

Ansamblul și dimensiunile constructive principale ale sculei ∅65 mm sînt prezentate în figura 2.29.

Pentru a se asigura pătrunderea cantității necesare de lichid în zona de așchiere, diametrul exterior al corpului sculei se calculează cu relația (2.57);

$$d_e = 61 \text{ mm}.$$

Utilizînd relația (2.58) după însumare se obține lungimea corpului sculei;

$$l_c = 4 + 50 + 20 + 40 + 6 = 120 \text{ mm}$$

Lungimea totală rezultă în funcție de poziția și dimensiunea plăcuței așchietoare centrale;

$$L_t \cong 123{,}5 \text{ mm}.$$

În scopul facilitării proiectării sculelor pentru găuri adînci (fără recuperarea miezului) cu plăcuțe schimbabile, în figurile 2.30, *a*...2.30, *l* se prezintă sub formă de desene de execuție, piesele componente (reprezentative) ale sculei ∅65 mm. Pentru piesele cu forme tipizate (șuruburi, stifturi filetate etc.) cum sînt pozițiile 16, 17, 18 și 19 din figura 2.29, nu s-au elaborat desene de execuție.

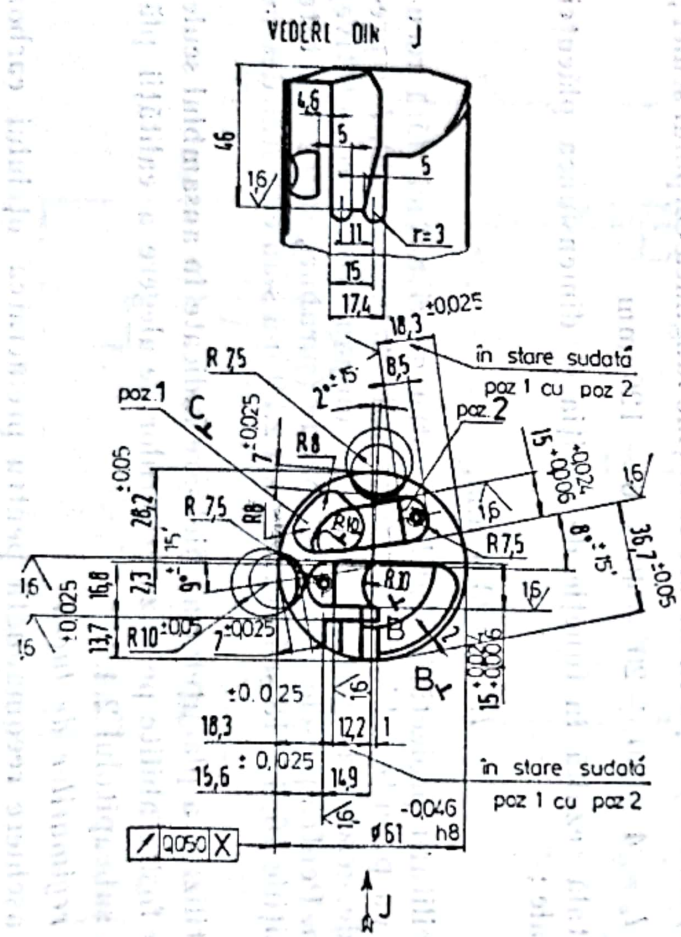
Grupele de utilizare a plăcuțelor așchietoare indicate în ansamblul sculei din figura 2.29 au fost stabilite pe baza criteriilor de alegere a calității plăcuțelor, tratate la subcapitolul 2.4.2.

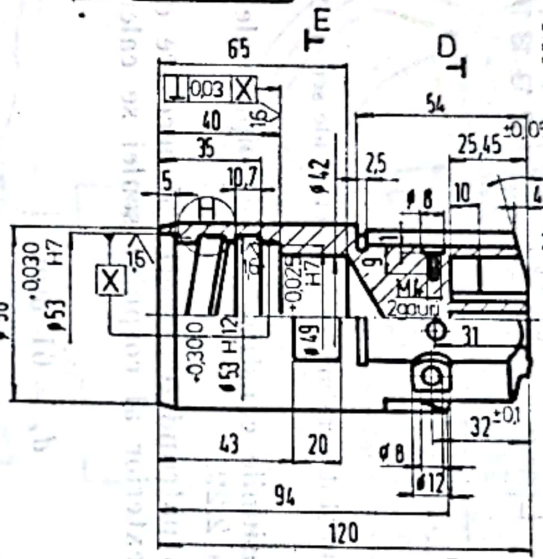
b) *Stabilirea regimurilor de lucru*

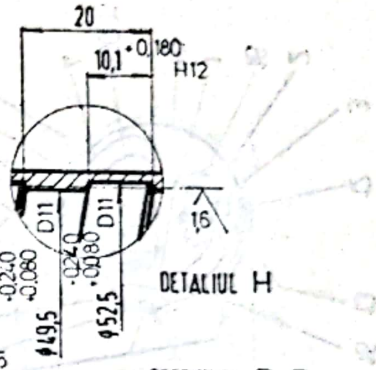
I. Viteza de așchiere recomandată pentru prelucrarea oțelului carbon de calitate OL C45 (vînd $R = 65...75$ daN/mm²) rezultă din tabelul 2.4;

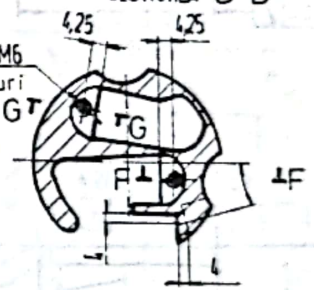
$$v = 80 \text{ m/min}.$$

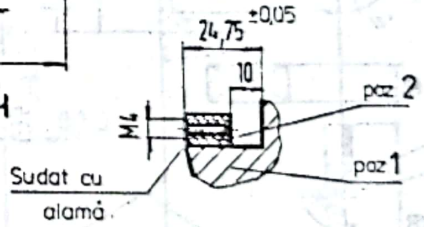
Scanned with OKEN Scanner









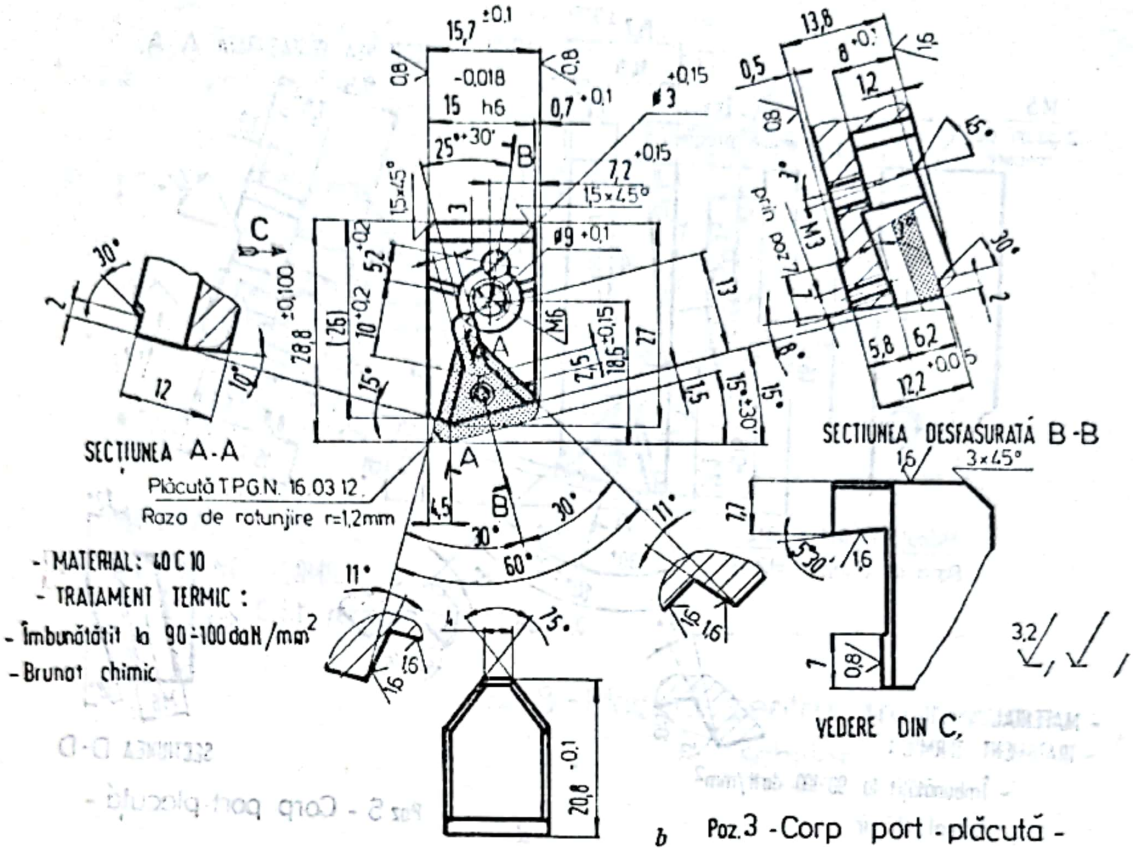


- MATERIAL : - CORP SCULĂ 40 C 10
  - SEMICILINDRU 40 C 10
- TRATAMENT TERMIC :
  - Îmbunătățit la 95÷100 daN/mm², înaintea operațiilor mecanice.
  - Partea centrală din față, călită cu flacără la HRc 40÷42
  - Brunat chimic

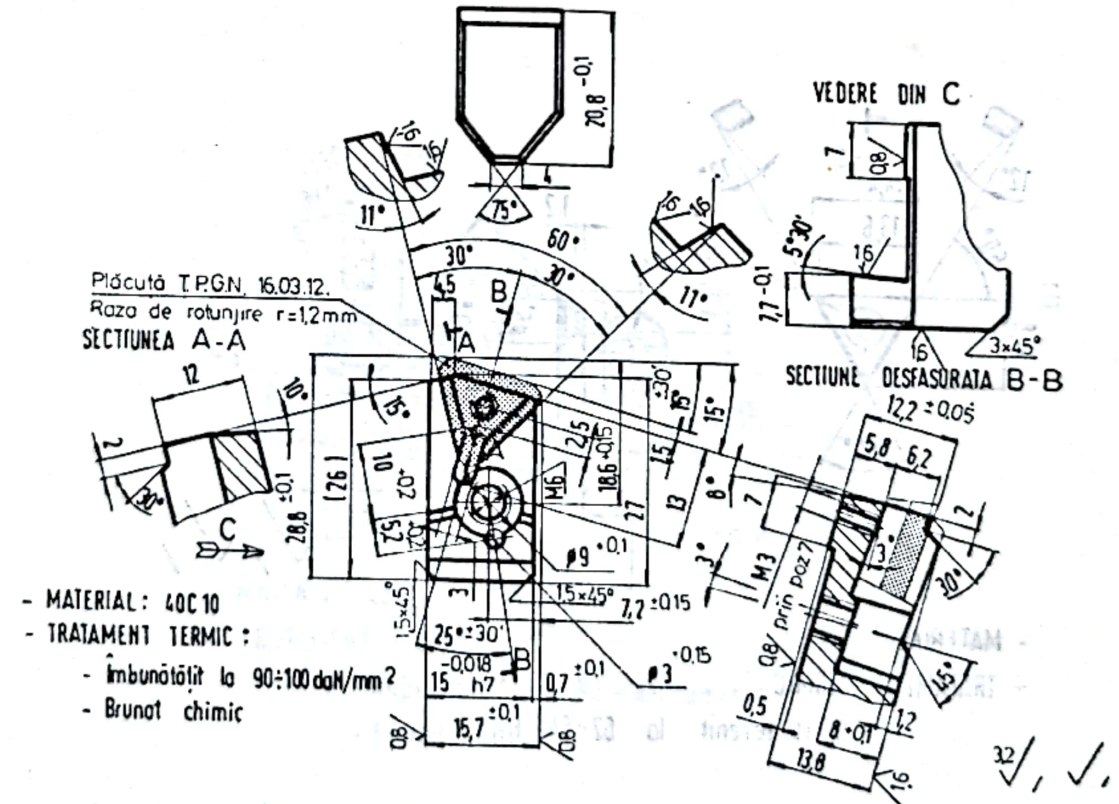
Poz.1 - Corpul sculei -
Poz.2 - Semicilindru

a

Scanned with OKEN Scanner

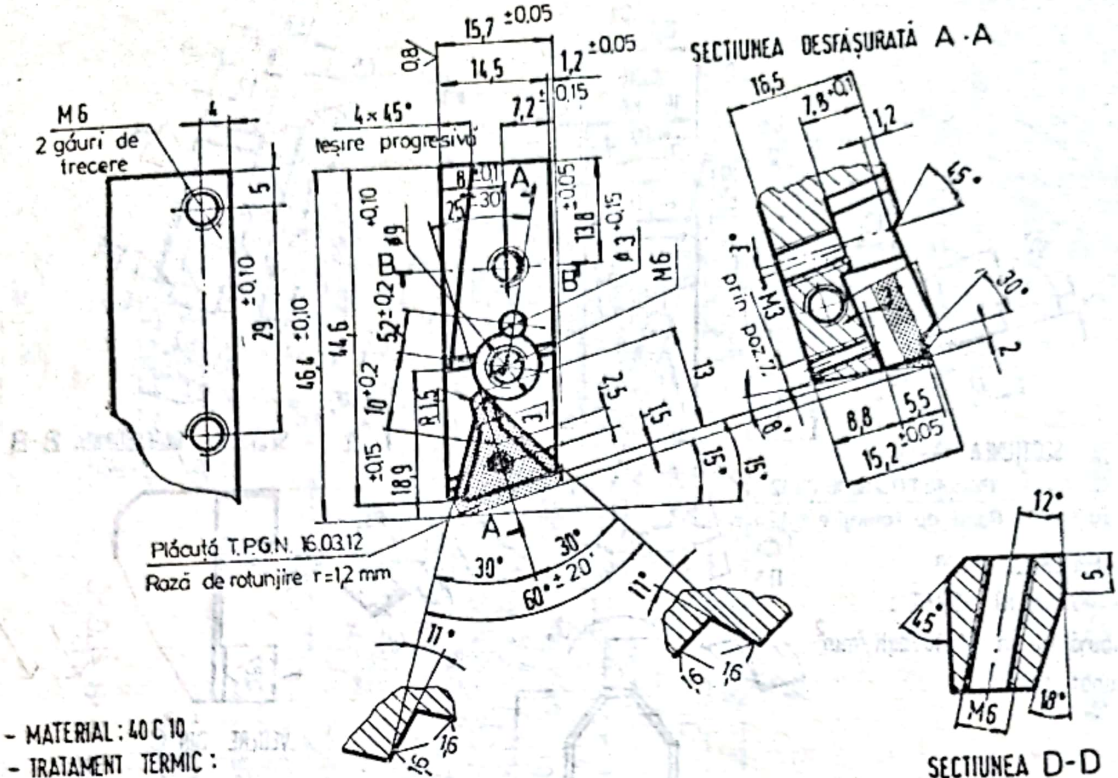


b Poz.3 - Corp port - plăcută -



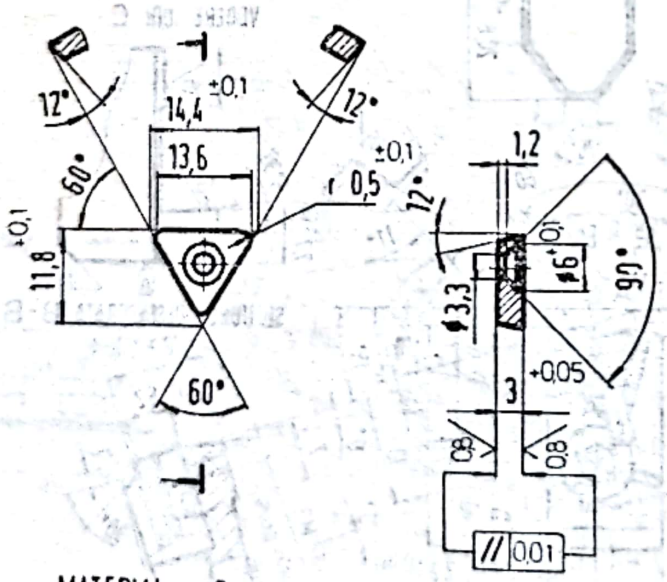
c Poz.4 - Corp port - placuță -

Scanned with OKEN Scanner



- MATERIAL : 40 C 10
- TRATAMENT TERMIC :
  - Îmbunătățit la 90÷100 daN/mm²
  - Brunat chimic

d Poz 5 - Corp port-plăcuță -

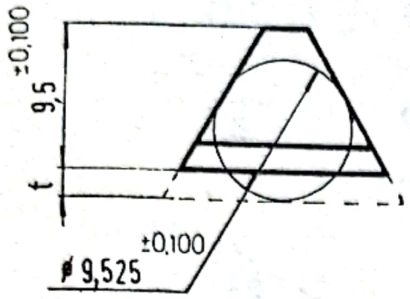


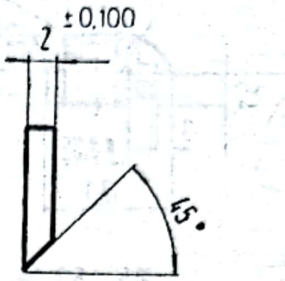
- MATERIAL Rp 3
- TRATAMENT TERMIC
  - Călit revenit la 62-64 HRc

e Poz 7 - Plăcuță de bază -

$t = 1{,}5^{\pm 0.100}$ pentru OLC 45

$t = 2{,}0^{\pm 0.100}$ pentru 40 C 10



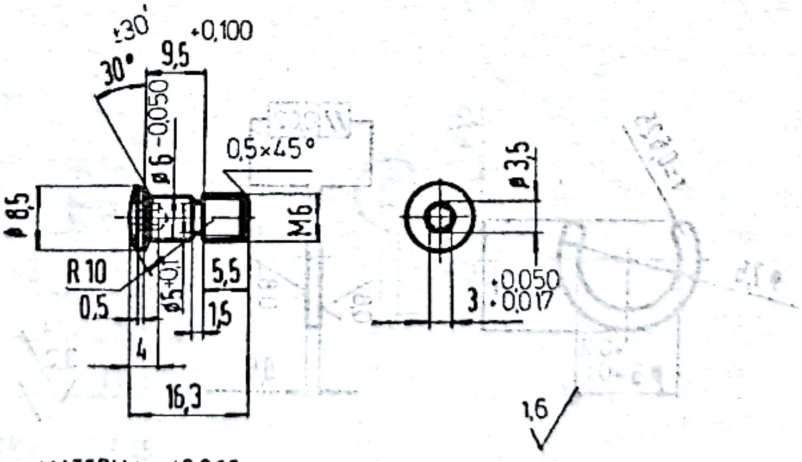


0,8

- MATERIAL Rp 3
- TRATAMENT TERMIC
  - Călit, revenit la 62÷65 HRc

Poz. 8 - Placuță pentru fragmentarea aschiilor

f



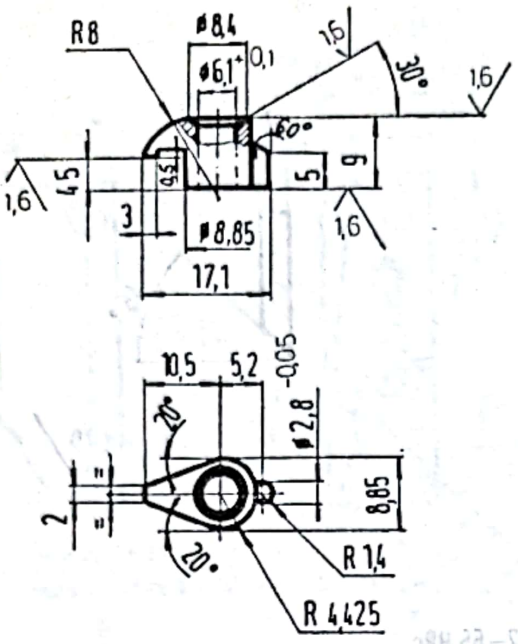
MATERIAL 40 C 10

TRATAMENT TERMIC

- Îmbunătățit la 90 ÷ 100 daN/mm^2
- Brunat chimic

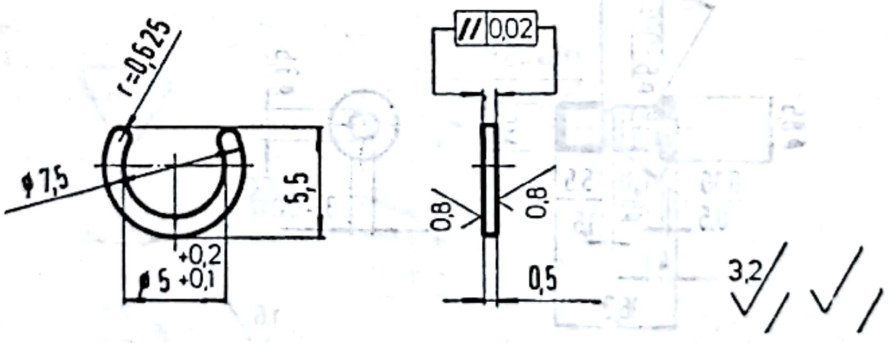
g

Poz. 9 - Șurub -



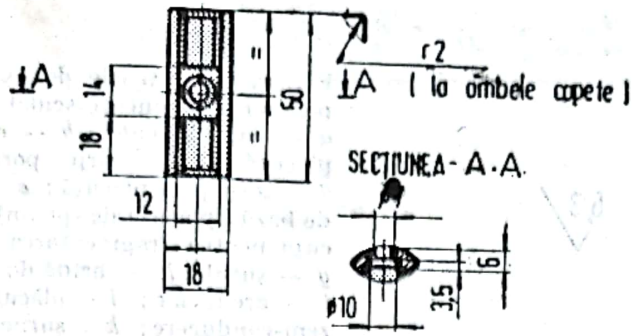
- MATERIAL 40 C 10
- TRATAMENT TERMIC
  - Îmbunătățit la 90÷100 daN/mm^2

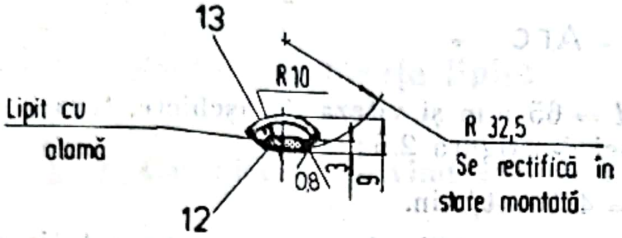
Poz. 10 - Bridă de strîngere -



- MATERIAL ARC 8
- TRATAMENT TERMIC
  - Călit, revenit la 45÷50 HRc

Poz. 11 - Arc inelar -

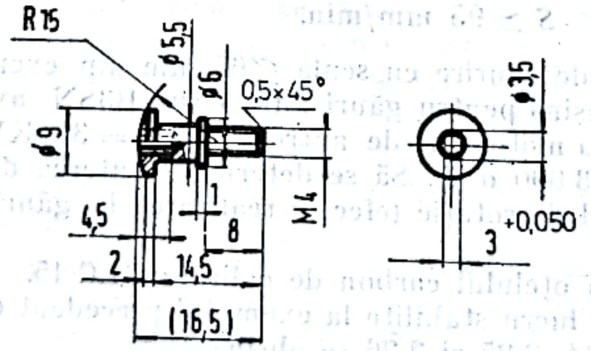




3,2

- MATERIAL :- PLĂCUȚĂ P20
  - SUPORT OLC 45
- TRATAMENT TERMIC PENTRU SUPORT
  - Îmbunătățit la 65÷75 daN/mm²

Poz.12-Plăcuță de reazem-conducere -
Poz.13-Suportul placuței -



6,3

- MATERIAL OLC 45
- TRATAMENT TERMIC
  - Îmbunătățit la 65÷75 daN/mm²
  - Brunat chimic

Poz.14- Șurub M4

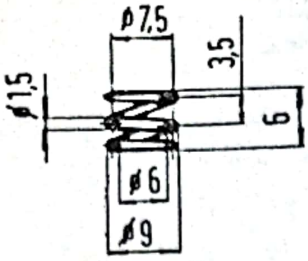


Fig. 2.30. Desenele de execuţie ale pieselor componente sculei Ø65 mm: *a* — corpul sculei; *b* — corp port-plăcuţă; *c* — corp port-plăcuţă; *d* — corp port-plăcuţă; *e* — plăcuţa de bază (plăcuţa de sprijin); *f* — plăcuţa pentru fragmentarea aşchiilor; *g* — şurub; *h* — bridă de strîngere; *i* — arc inelar; *j* — plăcuţă de reazem-conducere; *k* — şuruc; *l* — arc.

Cunoscînd diametrul sculei $d = 65$ mm şi viteza de aşchiere, turaţia se determină cu ajutorul nomogramei din figura 2.5;

$$n = 450 \text{ rot/min.}$$

Obţinîndu-se o bună fragmentare a aşchiilor la un avans pe rotaţie de $S_r = 0{,}26$ mm/rot, valoarea vitezei de avans căutată rezultă din nomograma (fig. 2.6);

$$S \cong 120 \text{ mm/min.}$$

II. Pentru prelucrarea oţelului aliat pentru construcţii de maşini 40C 10 (cu $R = 100 \ldots 105$ daN/mm²) se va utiliza o viteză de aşchiere de;

$$v = 60 \text{ m/min.}$$

Cu ajutorul nomogramei din figura 2.5, se determină turaţia;

$$n = 355 \text{ rot/min.}$$

Utilizînd un avans pe rotaţie de $S_r = 0{,}24$ mm/rot, din nomograma (fig. 2.6) rezultă valoarea vitezei de avans;

$$S \cong 95 \text{ mm/min.}$$

Exemplul 2. Operaţia de găurire cu scula Ø65 mm din exemplul precedent se execută pe o maşină pentru găuri adînci tip B3SN avînd parametrii de instalare; puterea motorului de antrenare $N_m = 30$ KW şi forţa maximă de avans $P_{max} = 3\,000$ daN. Să se determine puterea de aşchiere, forţa de avans şi momentul de rotaţie (efectiv realizate) la găurirea oţelurilor OLC 45 şi 40 C 10.

Rezolvare: a) Găurirea oţelului carbon de calitate OLC 45.

Utilizînd regimurile de lucru stabilite la exemplul precedent cu ajutorul diagramelor din figurile 2.24, 2.25 şi 2.26 se obţine

— puterea de aşchiere $N \cong 20$ kW
— forţa de avans $P \cong 2\,050$ daN,
— momentul de rotaţie $M \cong 60$ daNm.

b) Găurirea oţelului aliat pentru construcţii de maşini 40 C10.

În acest caz mărimile caracteristice procesului de găurire cerute, au următoarele valori;

— puterea de avans $N \cong 17{,}5$ kW
— forţa de avans $P \cong 1\,950$ daN
— momentul de rotaţie $M \cong 55$ daNm.

Scanned with OKEN Scanner

3. Scule pentru găurire inelară

3.1. Scule cu plăcuţe lipite

3.1.1. Consideraţii privind echilibrarea sculei

La procedeul de găurire inelară, materilalul din interiorul găurii prelucrate se transformă numai parţial în aşchii, partea centrală se recuperează (pe toată lungimea piesei) sub forma unui miez. Realizînd acelaşi diametru ca la găurirea în plin, datorită lăţimii relativ reduse a tăişului sculei, mecanismul aşchierii se facilitează considerabil. Ca urmare a acestor considerente, rezultă avantaje evidente [41, 53, 54, 55, 56] ale acestor construcţii de scule şi anume :

- posibilitatea recuperării şi economisirii miezului ;
- micşorarea forţelor de aşchiere ;
- diminuarea puterii de găurire ;
- reducerea consumului de plăcuţe aşchietoare ;
- construcţia simplificată a sculei etc.

În ciuda calităţilor enumerate, privite prin prisma productivităţii, aceste tipuri de scule rămîn în urma celor care execută găuri în plin. Practica utilizării demonstrează că sculele pentru găurire în plin pot realiza viteze de avans mai mari.

Sculele pentru găurire inelară avînd o arie largă de utilizare, sînt destinate prelucrării găurilor dintr-o trecere, cu diametre cuprinse între 47... ...365 mm (fig. 1.6).

Forma generală a părţii active a unei asemenea scule, însoţită de schema forţelor de aşchiere este prezentată în figura 3.1. Efectuînd o mişcare clasică de rototranslaţie cu parametrii cinematici n şi s, în momentul angajării în material, asupra tăişurilor sculei acţionează forţele de aşchiere ; P_{xi} (după axa Ox), P_{yi} (după axa Oy) şi P_{zi} (după axa Oz), în care, i reprezintă numărul tăişurilor active ale sculei ($i = 1, 2, 3$).

Făcînd o abstracţie de forţele de aşchiere situate după axa Oz, în continuare se analizează efectul forţelor radiale P_{yi} (din planul xOy) asupra rectilinităţii avansării sculei [12, 41]. Rezultatele forţelor de aşchiere P_1, P_2 şi P_3 din planul xOy corespunzătoare celor trei tăişuri, sînt vectori alunecători avînd suporţi perpendiculari pe muchiile de aşchiere şi punct de apli-

Scanned with OKEN Scanner

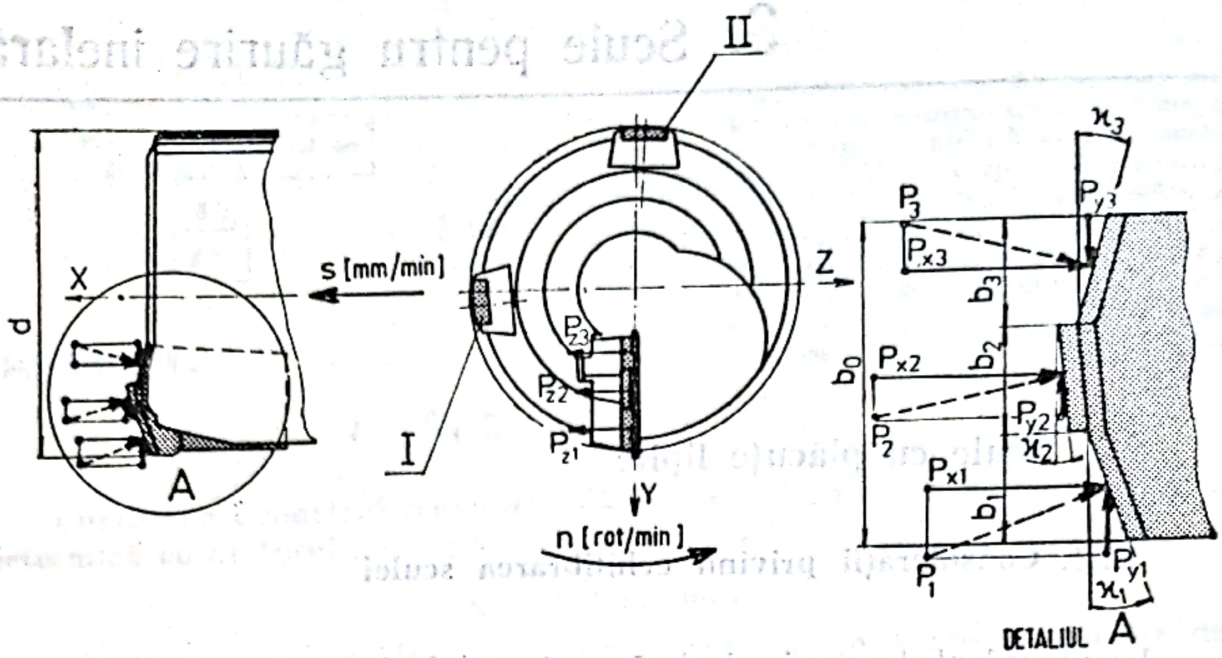


Fig. 3.1. Forțele care acționează asupra tăișurilor sculei.

cație (incidență) la mijlocul acestora. În ipoteza în care forțele se consideră proporționale cu lățimile muchiilor de așchiere, mărimile lor se exprimă astfel :

$$P_1 = \frac{c \cdot b_1}{\cos \varkappa_1} \quad [daN] \tag{3.1}$$

$$P_2 = \frac{c \cdot b_2}{\cos \varkappa_2} \quad [daN] \tag{3.2}$$

$$P_3 = \frac{c \cdot b_3}{\cos \varkappa_3} \quad [daN] \tag{3.3}$$

în care ; c — coeficient de proporționalitate, $\varkappa_1$, $\varkappa_2$ și $\varkappa_3$ — unghiurile muchiilor așchietoare, b_1 ; b_2 și b_3 — lățimile tăișurilor sculei.

Utilizînd figura 3.1. mărimile forțelor radiale se exprimă cu relațiile :

$$P_{y1} = P_1 \sin \varkappa_1 \quad [daN] \tag{3.4}$$

$$P_{y2} = P_2 \sin \varkappa_2 \quad [daN] \tag{35}$$

$$P_{y3} = P_3 \sin \varkappa_3 \quad [daN] \tag{3.6}$$

Efectuînd înlocuirile din (3.1) (3.2), (3.3), în (3.4), (3.5), (3.6), rezultă :

$$P_{y1} = c \cdot b_1 \cdot \operatorname{tg} \varkappa_1 \quad [daN] \tag{3.7}$$

$$P_{y2} = c \cdot b_2 \cdot \operatorname{tg} \varkappa_2 \quad [daN] \tag{3.8}$$

$$P_{y3} = c \cdot b_3 \cdot \operatorname{tg} \varkappa_3 \quad [daN] \tag{3.9}$$

Scanned with OKEN Scanner

Se definește ca un indicator al echilibrării sculei în mișcarea de avansare rectilinie, coeficientul forțelor radiale exprimat prin raportul;

$$K_r = \frac{P_{y1} + P_{y2}}{P_{y3}} \tag{3.10}$$

Admițînd egalitatea lățimii celor trei muchii așchietoare;

$$b_1 = b_2 = b_3 = \frac{b_0}{3} \tag{3.11}$$

și utilizînd ralațiile (3.7), (3.8), (3.9), (3.10) și (3.11) rezultă în final,

$$K_r = \frac{\operatorname{tg} \varkappa_1 + \operatorname{tg} \varkappa_2}{\operatorname{tg} \varkappa_3} \tag{3.12}$$

În scopul obținerii unei avansări rectilinii a sculei, este necesar ca în timpul găuririi plăcuța de conducere (poziția II, din fig. 3.1) să fie supusă în permanență unei apăsări bine determinate și constante. Pentru realizarea acestei cerințe, se impune ca raportul forțelor radiale definit prin relațiile (3.10), respectiv (2.12) să aibă valori supraunitare. Pe baza unei experiențe îndelungate în proiectarea și exploatarea sculelor destinate executării găurilor inelare, valorile recomandate pentru coeficientul forțelor radiale sînt cuprinse între limitele [12, 41, 53, 56];

$$K_r = 1{,}6 \ldots 2{,}4$$

3.1.2. Construcție, proiectare

Datorită avantajelor pe care le prezintă, sculele pentru găurire inelară sînt foarte des întîlnite în industria constructoare de mașini. Forma generală a părții active, aranjamentul tăișurilor și parametrii geometrici de așchiere constructivi ai sculei [41] sînt prezentați în figura 3.2 .Notațiile utilizate în această figură sînt:

- d — diametrul de lucru (sau activ) a sculei;
- d_m — diametrul miezului;
- t, h — lățimea și adîncimea degajării pentru fragmentarea așchiilor;
- f — discontinuitatea tăișului;
- a — distanța la intrare;
- a' — teșirea la intrare;
- $\varkappa_1$; $\varkappa_2$; $\varkappa_3$ — unghiurile de atac ale muchiilor așchietoare;
- α — unghiul de așezare;
- τ — unghiul teșirii la intrare.

Scanned with OKEN Scanner

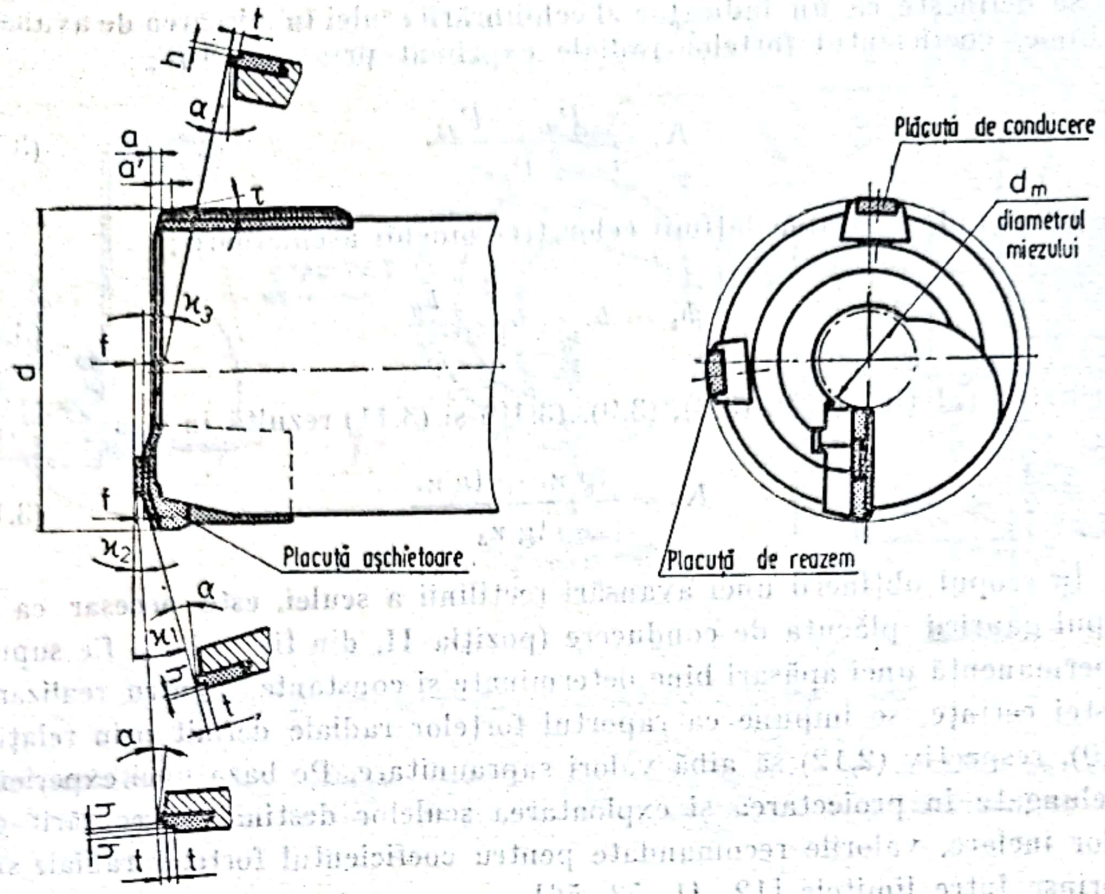


Fig. 3.2. Modelul şi parametrii geometriei sculei.

În figura 3.3 este ilustrată forma generală a părţii active a sculei, însoţită de elementele geometrice de aşchiere şi constructive ale acesteia. Datorită unor particularităţi constructive cum ar fi fixarea lamei port-plăcuţă în corpul sculei cu ajutorul unei îmbinări printr-un sistem de pană paralelă, evident poate apare o scădere a rigidităţii la compresiune a întregului ansamblu, în comparaţie cu scule de construcţie monobloc.

Pentru a compensa eventualele cedări (în direcţia radială) a sculei în cazul prelucrărilor de finisare, diametrul activ se calculează cu relaţia [56];

$$d = D + (0{,}75\ldots0{,}85)\cdot A_{SD} \quad [\text{mm}] \qquad (3.13)$$

în care;

D — este diametrul nominal şi minim al găurii de prelucrat,

A_{SD} — este abaterea superioară a diametrului D.

Relaţia empirică (3.13) are valabilitate numai în cazul prelucrării oţelurilor pentru construcţii de maşini.

În scopul de a uşura stabilirea unor elemente constructive şi de aşchiere a sculei în funcţie de diametrul acesteia se recomandă utilizarea (cu caracter orientativ) a diagramei din figura 3.4

Pentru unghiurile de poziţie a plăcuţelor de reazem şi de conducere se recomandă următoarele valori:

$$\beta_1 = 5\ldots7 \quad [°] \qquad \beta_2 = 2\ldots3 \quad [°]$$

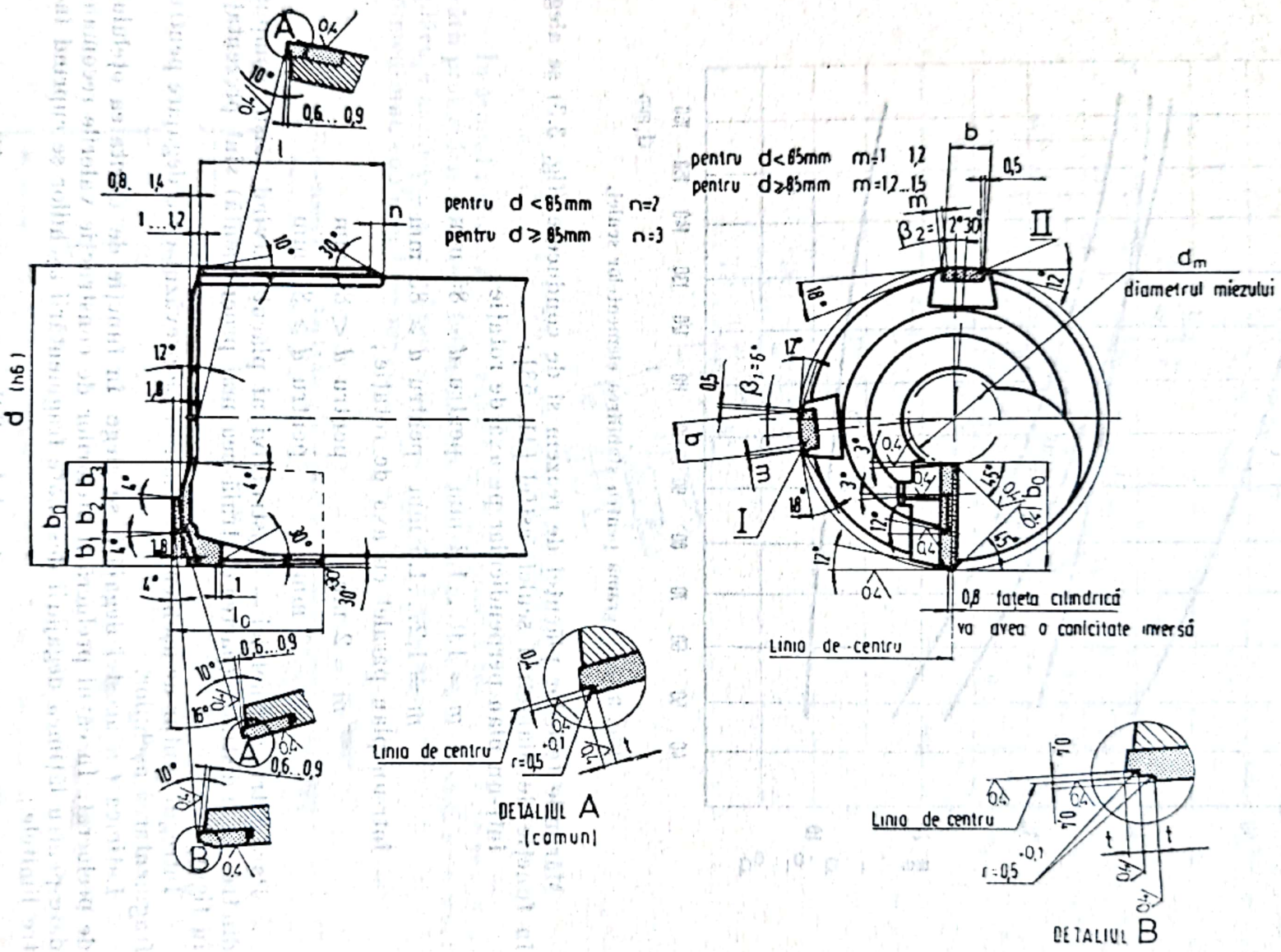


Fig. 3.3. Schema tăişurilor şi parametrii geometrici-constructivi ai sculei.

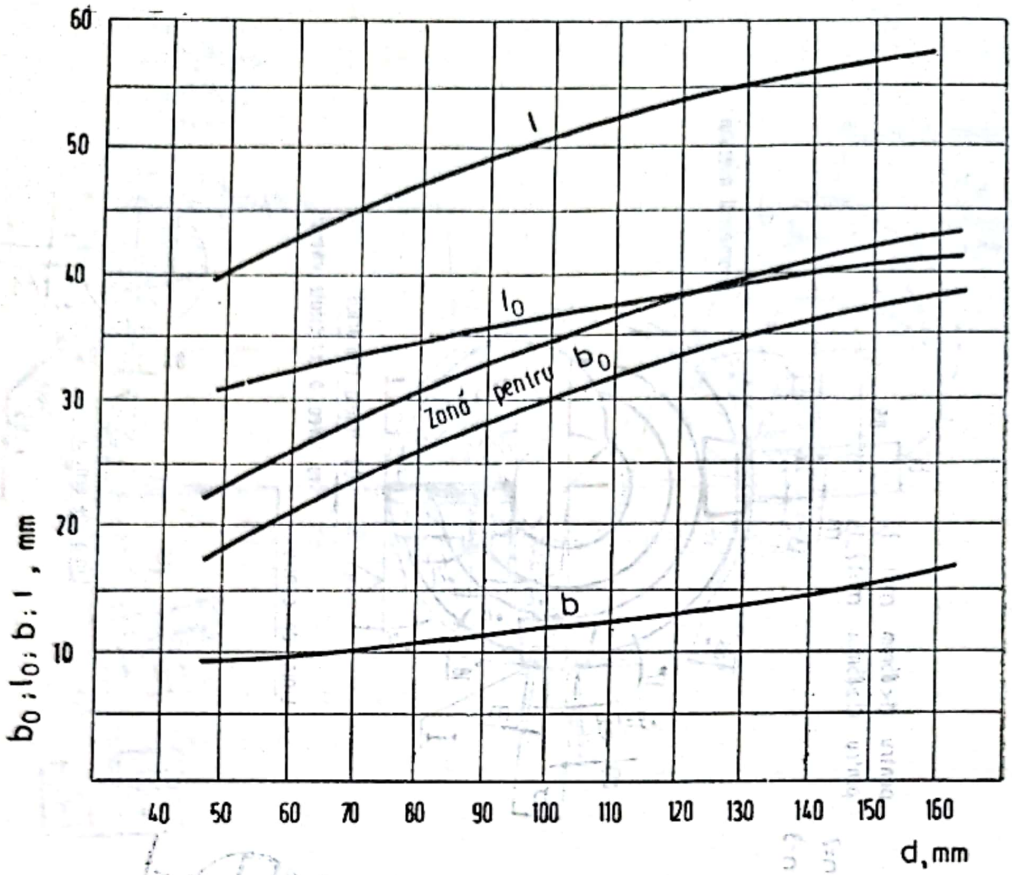


Fig. 3.4. Diagrama pentru stabilirea elementelor sculei.

Mărimile teşirilor plăcuţei de reazem şi de conducere (fig. 3.3) se aleg în funcţie de diametrul sculei, astfel [41, 53]:

— într-un plan perpendicular pe axa de rotaţie:

$$m = 1{,}0 \ldots 1{,}2 \text{ mm} \quad \text{pentru } d < 85 \text{ mm}$$

$$m = 1{,}2 \ldots 1{,}5 \text{ mm} \quad \text{pentru } d \geqslant 85 \text{ mm}$$

— într-un plan paralel cu axa de rotaţie;

$$m = 2 \text{ mm} \quad \text{pentru } d < 85 \text{ mm}$$

$$m = 3 \text{ mm} \quad \text{pentru } d \geqslant 85 \text{ mm}$$

Parametrii geometrici — constructivi ai plăcuţei avînd tăişul compus din trei părţi distincte (partea centrală cea mai proeminentă) sînt prezentaţi în figura 3.5.

Întregul contur de aşchiere a tăişului este prevăzut cu o degajare pentru fragmentarea aşchiilor.

Lăţimea t a acestei degajări, se alege în funcţie de duritatea oţelului de prelucrat. În cazul prelucrării oţelurilor de construcţie valorile recomandate pentru lăţimea degajării destinate fragmentării aşchiilor se cuprind între limitele:

$$t = 1{,}4 \ldots 2{,}2 \text{ mm},$$

în care; valorile mici se referă la oţeluri de duritate ridicată, iar valorile mari se utilizează pentru oţeluri cu duritate scăzută.

Scanned with OKEN Scanner

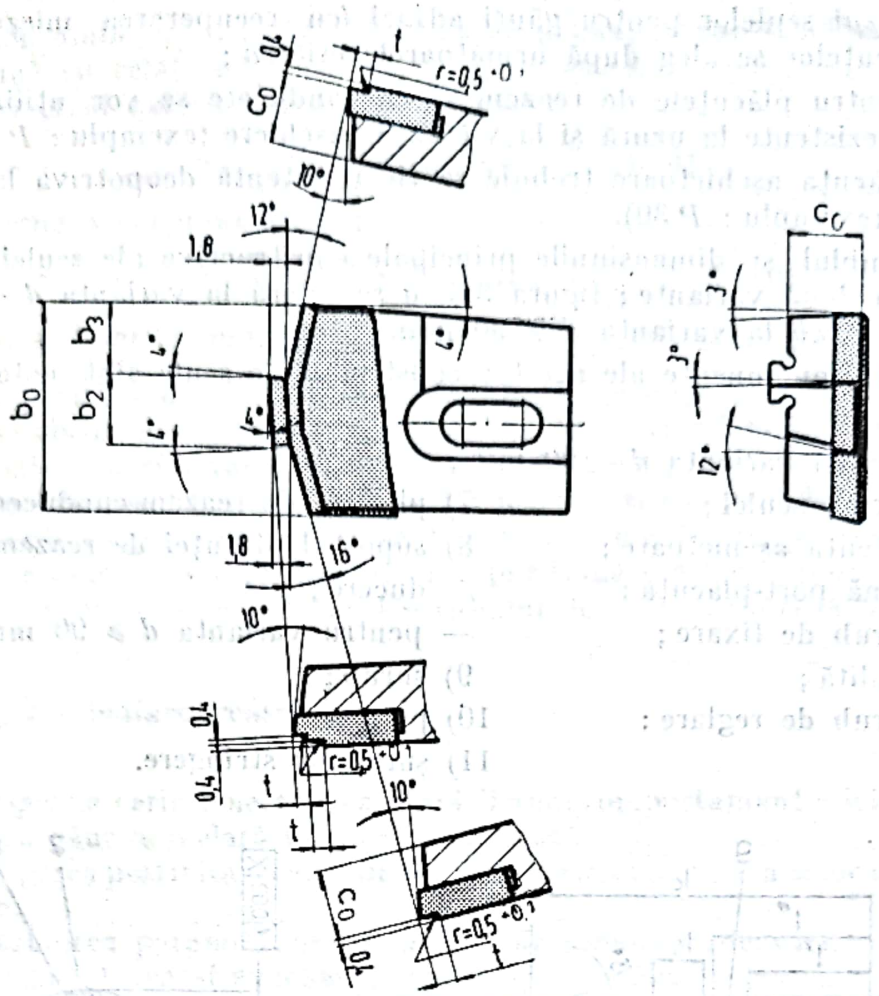


Fig. 3.5. Geometria plăcuței aşchietoare.

În scopul reducerii sortimentului de tipo-dimensiuni de plăcuțe și a ușurării proiectării sculelor pentru găurire inelară, se recomandă utilizarea unor plăcuțe aşchietoare a căror lățime se încadrează într-o serie normală de dimensiuni, conform tabelului 3.1 [41, 53].

Tabelul 3.1

Dimensiunile principale ale plăcuței și ale lamei port-plăcuță

Lățimea plăcuței b_0 [mm]	$b_2 = b_3$ [mm]	C_0 [mm]
16	5,5	
18	6	7
21		7,5
24	8	9,5
28	9,3	12,5
31	10,3	15,5
34	11,3	
37	12,3	
40	13,3	17,5
44	14,6	

Scanned with OKEN Scanner

În cazul sculelor pentru găuri adînci (cu recuperarea miezului) calitățile plăcuțelor se aleg după următoarele criterii :

— pentru plăcuțele de reazem și de conducere se vor utiliza carburi metalice rezistente la uzură și la viteze de așchiere (exemplu : P 10, P 20);

— plăcuța așchietoare trebuie să fie rezistentă deopotrivă la uzură și la șocuri (exemplu : P 30).

Ansamblul și dimensiunile principale constructive ale sculei sînt prezentate în două variante ; figura 3.6, *a* se referă la varianta $d < 90$ mm, iar figura 3.6, *b* la varianta $d \geqslant 90$ mm.

Piesele componente ale acestor construcții de scule sînt notate cu pozițiile :

— pentru varianta $d < 90$ mm ;

1) corpul sculei ;
2) plăcuța așchietoare ;
3) lamă port-plăcuță ;
4) șurub de fixare ;
5) piuliță ;
6) șurub de reglare ;
7) plăcuța de reazem-conducere ;
8) suportul plăcuței de reazem-conducere ;

— pentru varianta $d \geqslant 90$ mm ;

9) șurub ;
10) pană ;
11) șurub de strîngere.

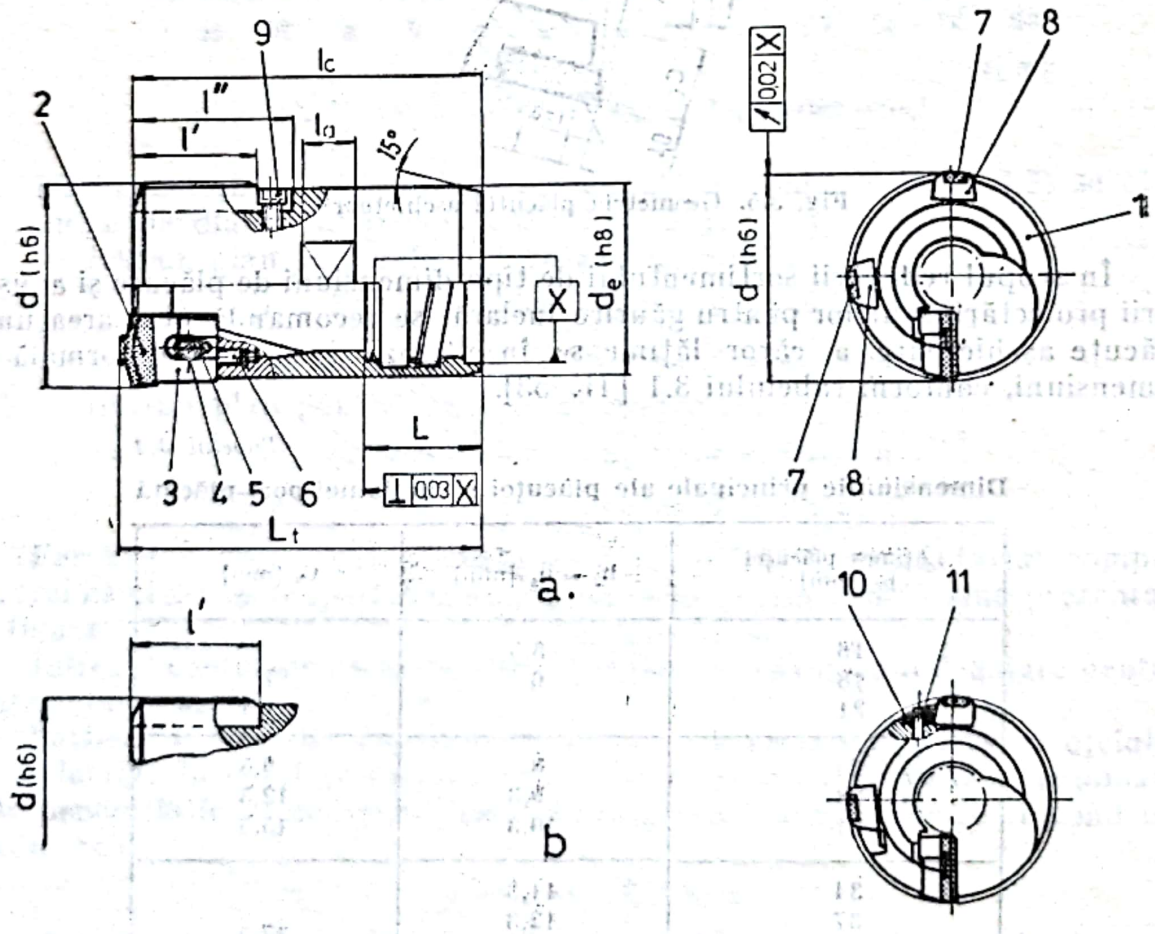


Fig. 3.6. Ansamblul și dimensiunile de gabarit ale sculei : *a* — varianta constructivă, $d < 90$ mm ; *b* — varianta constructivă, $d \geqslant 90$ mm.

În cazul ambelor variante, dimensiunile principale constructive ale sculei se determină cu relațiile :

— diametrul exterior al corpului sculei ;

$$d_e = d - (2{,}5 \ldots 6{,}5) \qquad [\text{mm}] \qquad (3.14)$$

— lungimea corpului sculei ;

pentru $d < 90$ mm ; $l_c = l'' + l_a + L + (8 \ldots 28)$ [mm] (3.15)

pentru $d \geqslant 90$ 90 mm ; $l_c = l' + l_a + L + (8 \ldots 28)$ [mm] (3.16)

Lama port-plăcuță este fixată în consolă în raport cu corpul sculei. Pentru a se obține o rezistență suficientă la încovoiere a lamei, mărimea consolei nu poate depăși o anumită valoare. Evident lungimea totală a sculei L_t, depinde de mărimea acestei console. Pe măsura reascuțirii, lama port-plăcuță își pierde treptat lungimea l_c. Astfel, pentru menținerea consolei inițiale după fiecare reascuțire este necesară o repoziționare a lamei port-plăcuță în raport cu corpul sculei cu ajutorul șurubului de reglare (poziția 6, fig. 3.6).

3.1.3. Exploatare, reascuțire

Principalele cerințe necesare asigurării unui comportament eficient al sculelor pentru găurire inelară în exploatare, sînt :

— alegerea potrivită a calității plăcuțelor aşchietoare și a celor de reazem-conducere,

— stabilirea parametrilor geometrici de aşchiere adecvați,

— fragmentarea și evacuarea ușoară a aşchiilor,

— utilizarea regimurilor de lucru optime,

— folosirea unui lichid de aşchiere cu calități corespunzătoare și cu caracteristici bine determinate, etc.

După cum se știe, în cazul executării găurilor adînci cu scule inelare, miezul rămîne recuperabil. Scoaterea miezului la sfîrșitul operației de găurire, constituie o particularitate a utilizării acestor scule.

Ca și în cazul celorlalte tipuri de scule, parametrii geometrici de aşchiere, pot influența decisiv buna lor comportare în exploatare. O importanță hotărîtoare are stabilirea unghiului de așezare optim. Unghiuri de așezare mari favorizează apariția vibrațiilor, unghiuri de așezare mici implică o creștere considerabilă a frecării, respectiv a solicitării tăișurilor și a sculei [7, 12, 41].

Similar cazurilor precedente, regimul de aşchiere se determină cu ajutorul tabelului 2.4 și a nomogramelor din figurile 2.5 și 2.6.

Pentru asigurarea evacuării rapide și ușoare a aşchiilor ce se degajează, se recomandă ca parametrii hidrodinamici ai lichidului de găurire utilizat, să fie determinați în funcție de diametrul găurii de prelucrat, cu ajutorul diagramei din figura 3.7.

Deși valorile debitului și ai presiunii lichidului determinate cu această diagramă sînt aproximative (neținînd cont de adîncimea găurii și de viscozitatea lichidului) ele constituie totuși date suficient de exacte pentru evaluarea acestor caracteristici [41].

În momentul în care uzura pe marginea exterioară a plăcuței aşchietoare și pe suprafețele de așezare și de degajare atinge valoarea uzurii ad-

Scanned with OKEN Scanner

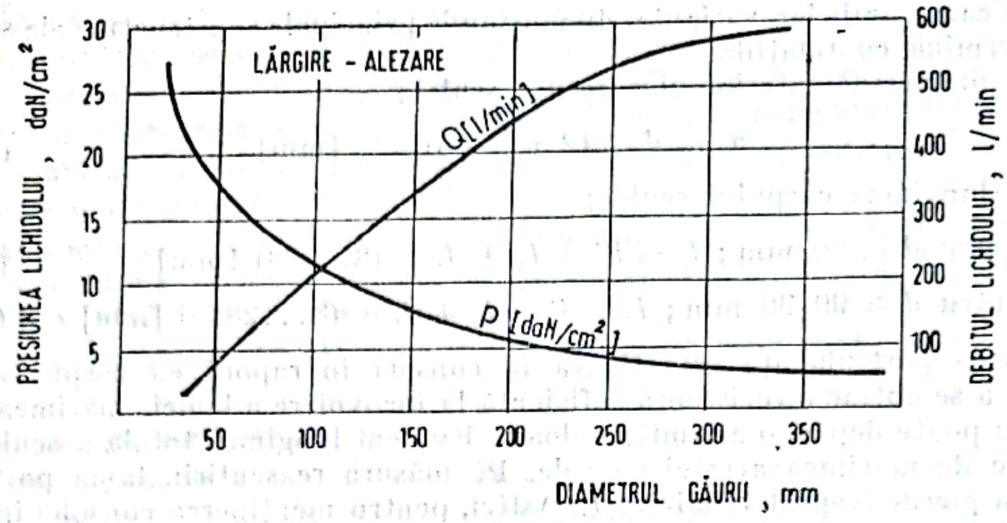


Fig. 3.7. Variația debitului și presiunii lichidului în funcție de diametrul găurii.

misibile, în scopul recuperării capacității inițiale de așchiere, tăișurile sculei se reascut. După cum rezultă din practica exploatării, valoarea durabilității acestor scule, este cuprinsă între limitele

$$T = 30...40 \text{ min.}$$

Configurația complicată a tăișului în formă de linie frîntă, îngreunează operația de ascuțire și reascuțire, fapt care constituie un dezavantaj al acestor construcții. Schema de ascuțire și reascuțire corectă a sculei este prezentată în figura 3.3.

3.1.4. Aplicații

Exemplul 1. Să se proiecteze o sculă pentru găurirea inelară a unui arbore confecționat din oțel carbon de calitatea OLC 45 (îmbunătățit la $R = 65...70$ daN/mm²) la diametrul de $105^{+0,506}$ mm.

Pentru a se asigura evacuarea rapidă a așchiilor, se cere în continuare determinarea caracteristicilor hidrodinamice ale lichidului de găurire.

Rezolvare: După cum rezultă din enunțul problemei, scula cerută este destinată prelucrării alezajului la cota finală, în consecință, diametrul activ a sculei se calculează cu relația (3.13);

$$d = 105 + (0,75...0,85) \cdot 0,5 = 105,4 \text{ m}$$

Utilizînd diagrama din figura 3.4 și tabelul 3.1, în figura 3.8 este prezentată forma generală a părții active a sculei și parametrii geometrici-constructivi ai acesteia. Diametrul exterior și lungimea corpului sculei se calculează cu relațiile (3.14) și (3.16);

$$d_e = 105,4 - (2,5...6,5) = 101 \text{ mm}$$

$$l_c = 60 + 26 + 70 + (8...28) = 180 \text{ mm}$$

Scanned with OKEN Scanner

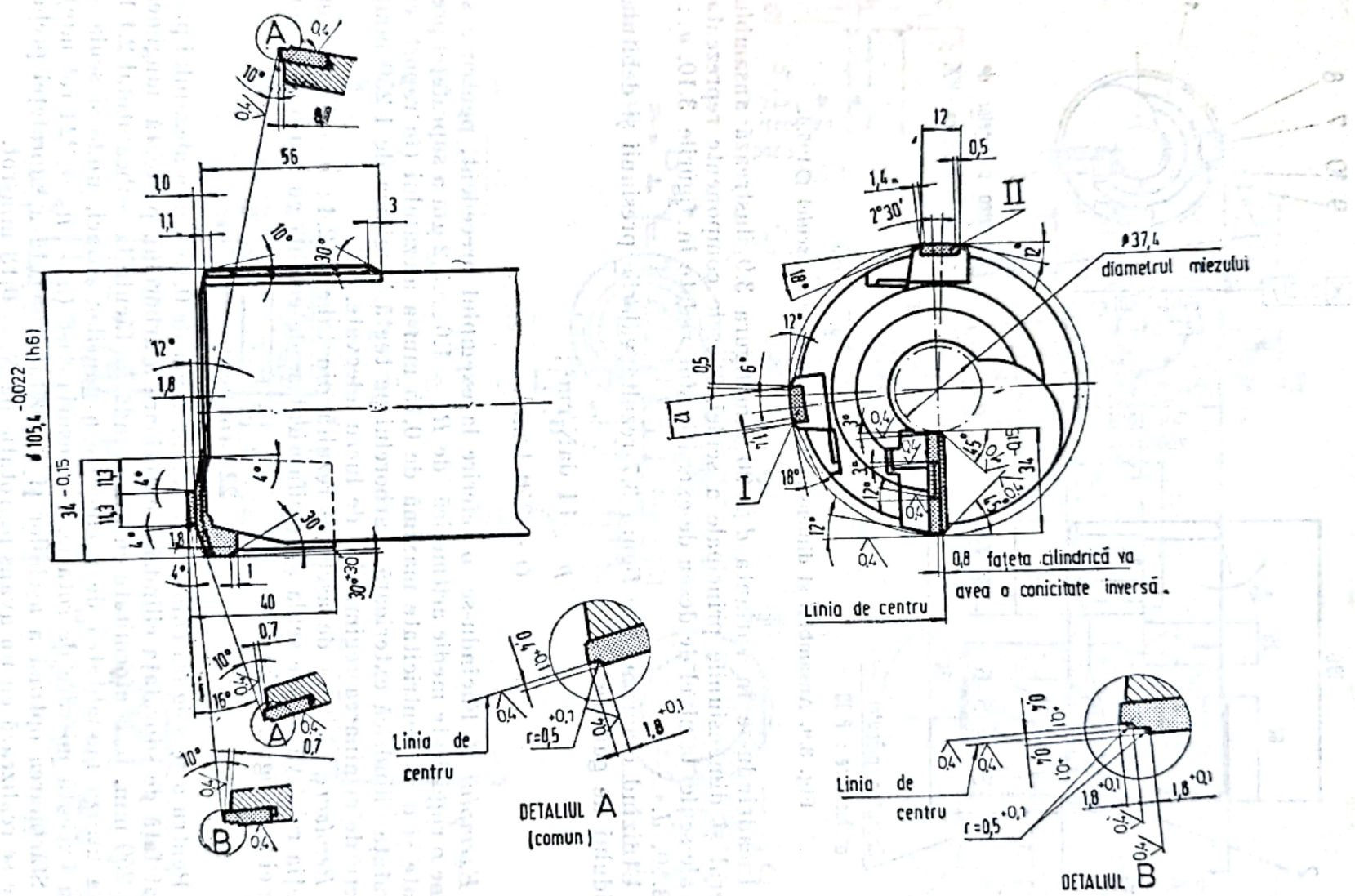


Fig. 3.8. Aranjamentul tăișurilor și parametrii geometrici-constructivi ai sculei ∅ 105,4 mm.

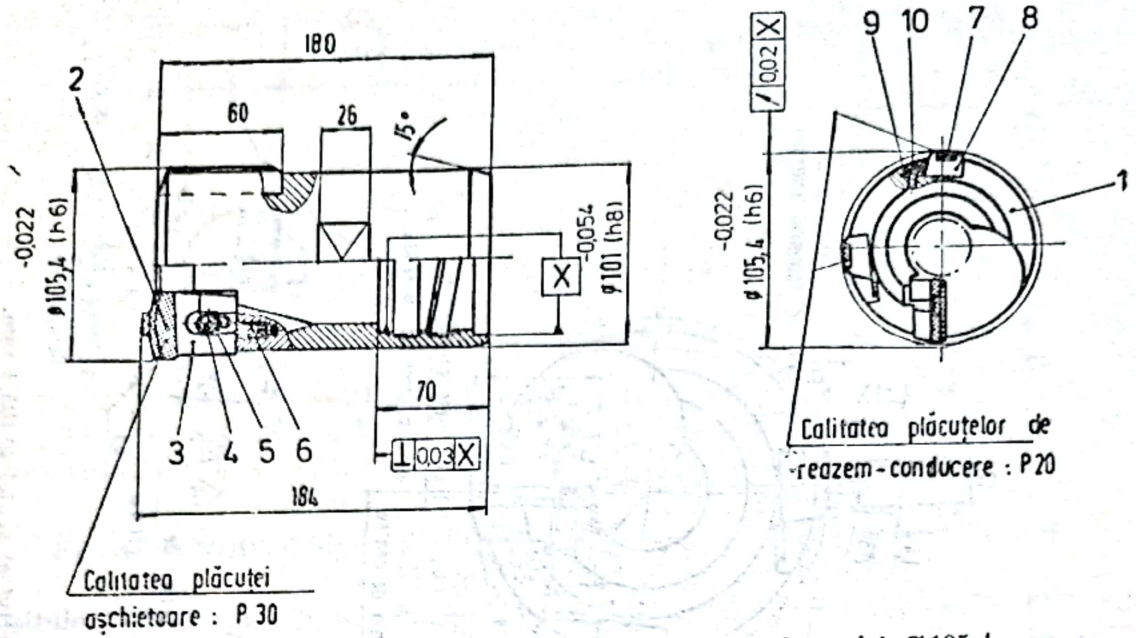


Fig. 3.9. Ansamblul şi dimensiunile constructive ale sculei Ø105,4.

Încadrîndu-se în varianta $d > 90$ mm figura 3.9 ilustrează ansamblul general şi dimensiunile principale a sculei. Piesele componente reprezentative ale sculei la nivel de desen de execuţie sînt redate în figurile 3.10, *a*... ...3.10, *d*.

Utilizînd diagrama din figura 3.7 rezultă valorile presiunii şi debitului lichidului de găurire ;

$$p = 14 \text{ daN/cm}^2 ;$$

$$Q = 350 \text{ l/min}.$$

Exemplul 2. Făcîndu-se o referire la exemplul precedent, pentru a se obţine o rugozitate medie aritmetică de $R_a = 1{,}6...3{,}2$ μm a suprafeţei prelucrate şi o concentricitate maximă de 0,15 mm a alezajului (în raport cu suprafaţa cilindrică exterioară a arborelui pe toată lungimea de 1 250 mm), se cere determinarea regimurilor de lucru adecvate.

Rezolvare : Viteza de aşchiere rezultă din tabelul 2.4 ; $v = 65$ m/min. Turaţia relativă dintre sculă şi semifabricat se determină cu ajutorul nomogramei din figura 2.5 ;

$$n = 224 \text{ rot/min}.$$

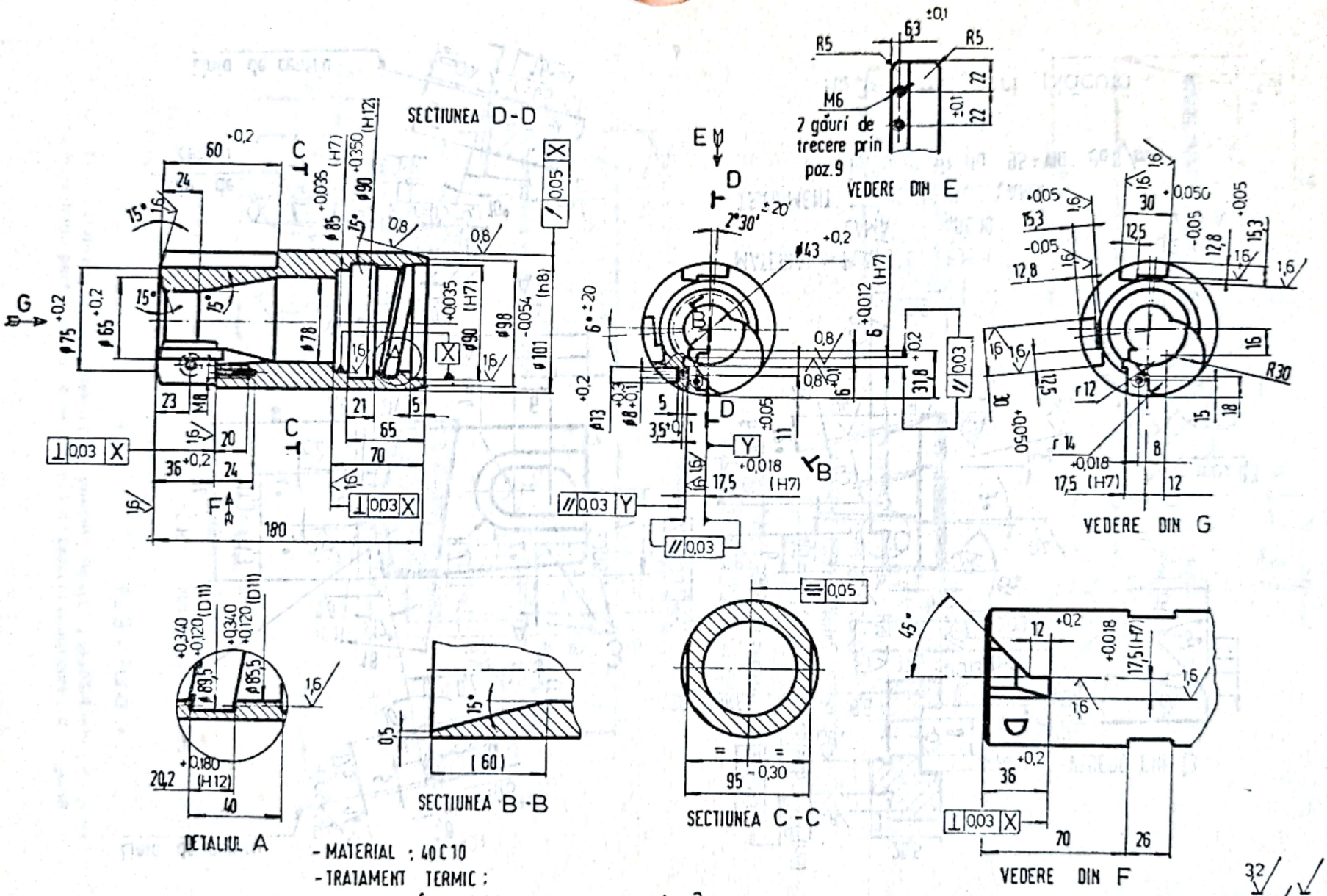
Pentru a se asigura concetricitatea maximă de 0,15 mm a alezajului prelucrat faţă de suprafaţa cilindrică exterioară a arborelui, pe toată lungimea de 1 250 mm, în conformitate cu recomandările făcute la subcapitolul 2.1.1, se va utiliza modalitatea de prelucrare a găurilor adînci, unde şi scula şi piesa execută mişcare de rotaţie, în sensuri opuse ($n_s + n_p = 224$ rot/min).

Sfărîmarea optimă a aşchiilor şi rugozitatea cerută a suprafeţei prelucrate se realizează cu un avans pe rotaţie de $S_r = 0{,}18$ mm/rot.

În final, mărimea vitezei de avans, se determină cu ajutorul nomogramei din figura 2.6 ;

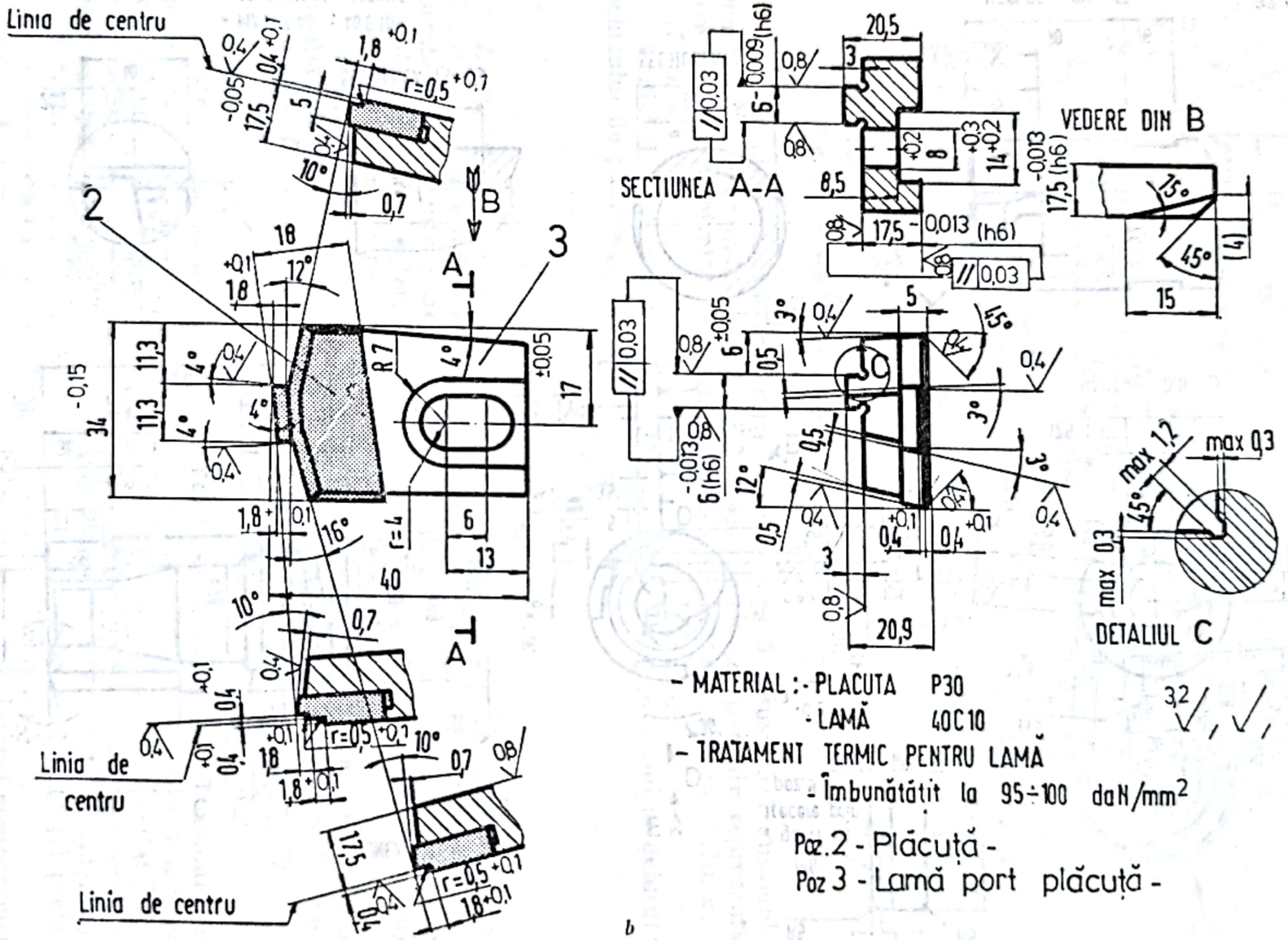
$$S \cong 40 \text{ mm/min}.$$

Scanned with OKEN Scanner



Poz. 1 - Corpul sculei

a



- MATERIAL :- PLACUTA P30
  - LAMĂ 40C10
- TRATAMENT TERMIC PENTRU LAMĂ
  - Îmbunătățit la 95÷100 daN/mm²

Poz.2 - Plăcuță -
Poz 3 - Lamă port plăcuță -

b

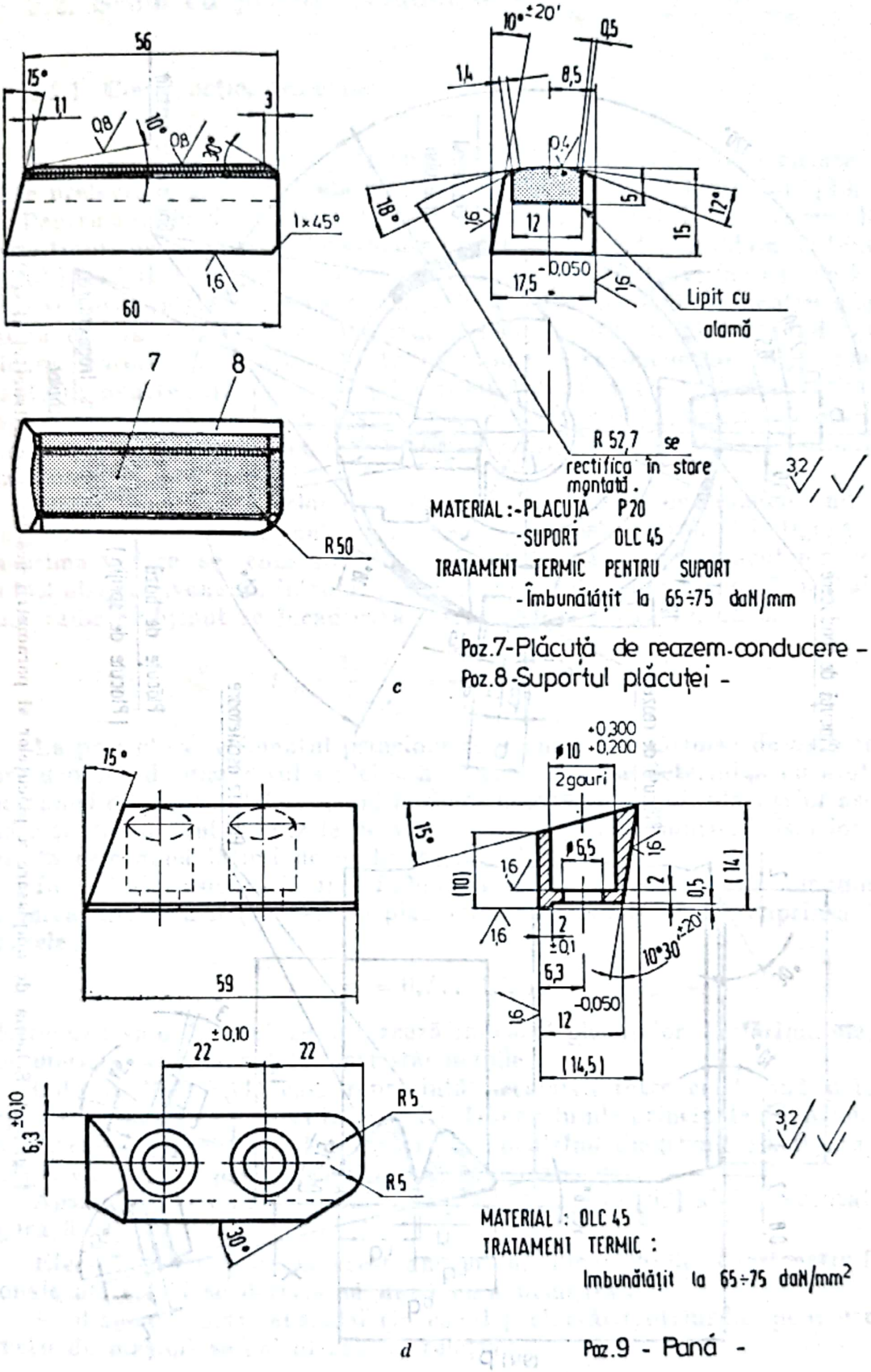


Fig. 3.10. Desenele de execuție ale pieselor componente ale sculei Ø 105,4 mm : *a* — corpul sculei ; *b* — lamă port-plăcuță ; *c* — plăcuță de reazem-conducere ; *d* — pană.

Scanned with OKEN Scanner

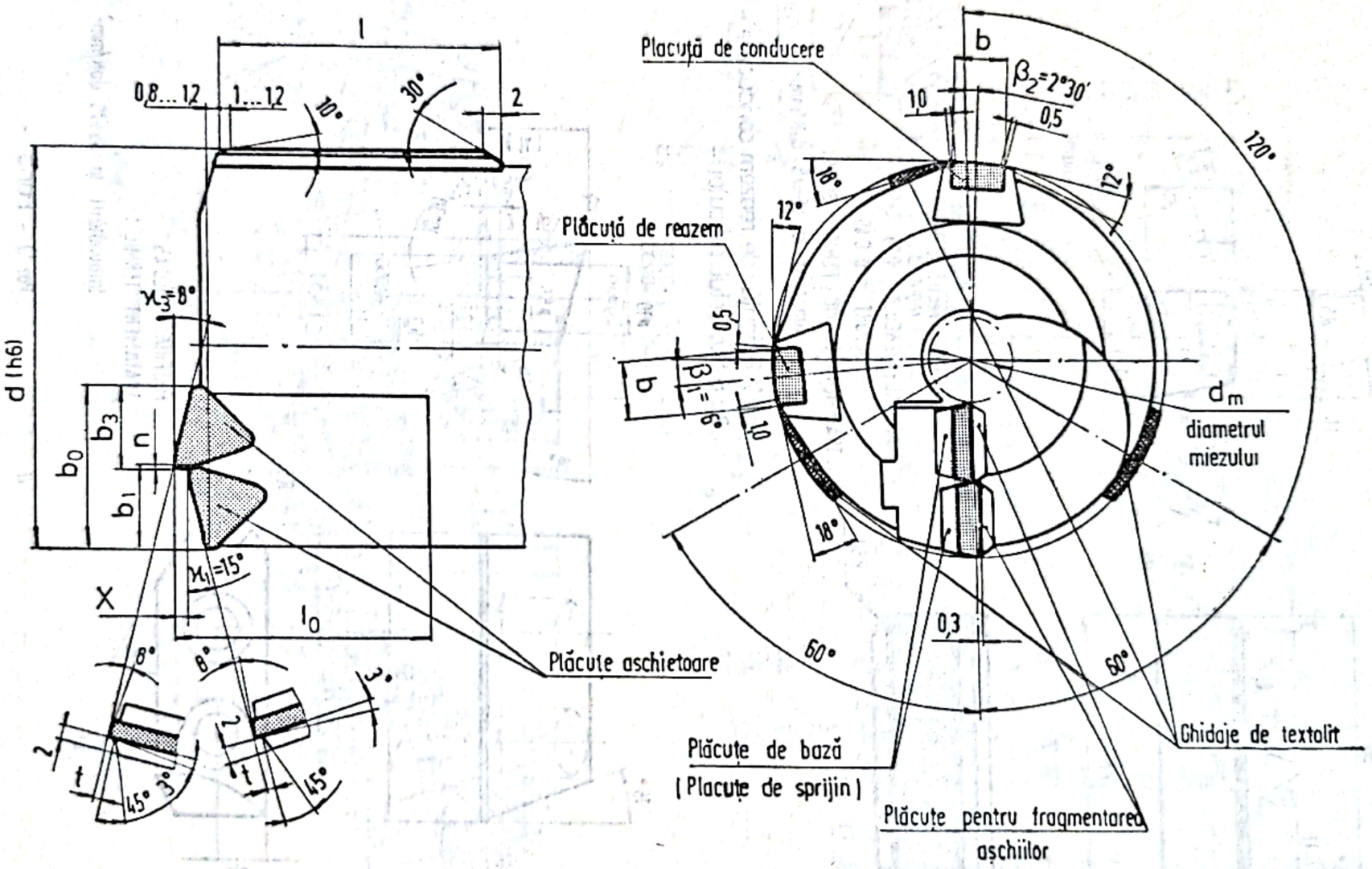


Fig. 3.11. Schema de amplasare a plăcuțelor și parametrii geometrici-constructivi ai sculei.

3.2. Scule cu plăcuțe schimbabile

3.2.1. Construcție, proiectare

În scopul îmbunătățirii performanțelor de așchiere, sculele clasice destinate prelucrării găurilor inelare se prevăd cu plăcuțe schimbabile [40, 59].

Pentru a se mări stabilitatea sculei în timpul avansării, se recomandă ca aceste tipuri de scule să fie prevăzute suplimentar cu trei ghidaje de textolit la 120° [41, 53]. Proprietățile fizico-mecanice ale textolitului fac ca acest material sintetic să aibă o utilizare largă în construcția sculelor pentru găurire inelară dar în special în constructia sculelor pentru lărgire. Avînd rol de ghidare, datorită durității scăzute în raport cu carburile metalice, prezintă avantajul nedeteriorării suprafețelor prelucrate. Caracterizat de o rezistență mare la uzură și de un coeficient de frecare mic textolitul poate fi considerat la ora actuală ca un înlocuitor adecvat carburilor metalice costisitoare în cazul ghidajelor suplimentare.

Aranjamentul plăcuțelor de așchiere, a plăcuțelor de reazem-conducere și a ghidajelor de textolit pentru o asemenea sculă este prezentat în figura 3.11. La prima vedere se constată că unghiulrile tăișurilor plăcuțelor $\varkappa_1$ și au fost alese convenabil, întrucît prin utilizarea relației (3.12), coeficientul forțelor radiale obținut se încadrează între limitele prescrise, adică :

$$K_r = \frac{\operatorname{tg} \varkappa_1}{\operatorname{tg} \varkappa_3} = \frac{\operatorname{tg} 15°}{\operatorname{tg} 18°} \cong 1{,}9$$

La proiectare, elementul principal de pornire este lățimea de așchiere b_0 care depinde de diametrul sculei și a cărei valoare se determină cu ajutorul diagramei din figura 3.4. Trasînd la scara mărită conturul plăcuțelor așchietoare și ținînd cont de razele de vîrf, respectiv de unghiurile tăișurilor, vor rezulta cele două lățimi de așchiere b_1 și b_3.

În vederea asigurării unei fiabilități cerute a sculei, se recomandă ca valoarea intercalării (acoperirii) plăcuțelor așchietoare să fie cuprinsă între limitele ;

$$n = 0{,}7 \ldots 1{,}2 \text{ mm.}$$

Observație : valorile mici se utilizează în cazul plăcuțelor nesfărîmabile, iar cele mari în cazul plăcuțelor ușor sfărîmabile.

Cota X (fig. 3.11) care reprezintă decalarea între cele două plăcuțe, depinde de mărimea acestei intercalări. Dimensiunile principale ale plăcuțelor de reazem-conducere l și b se determină utilizînd diagrama din figura 3.4. Lungimea unității port-plăcuțe l_0 rezultă constructiv.

Ansamblul și dimensiunile principale ale sculei [59] sînt prezentate în figura 3.12.

Efectuînd o referire la acest ansamblu, dimensiunile constructiv-funcționale ale sculei se determină după cum urmează :

— diametrul activ al sculei (în cazul prelucrării oțelurilor pentru construcții de mașini) se calculează cu relația ;

$$d = D + (0{,}80 \ldots 0{,}90) A_{SD} \quad [\text{mm}] \qquad (3.17)$$

Scanned with OKEN Scanner

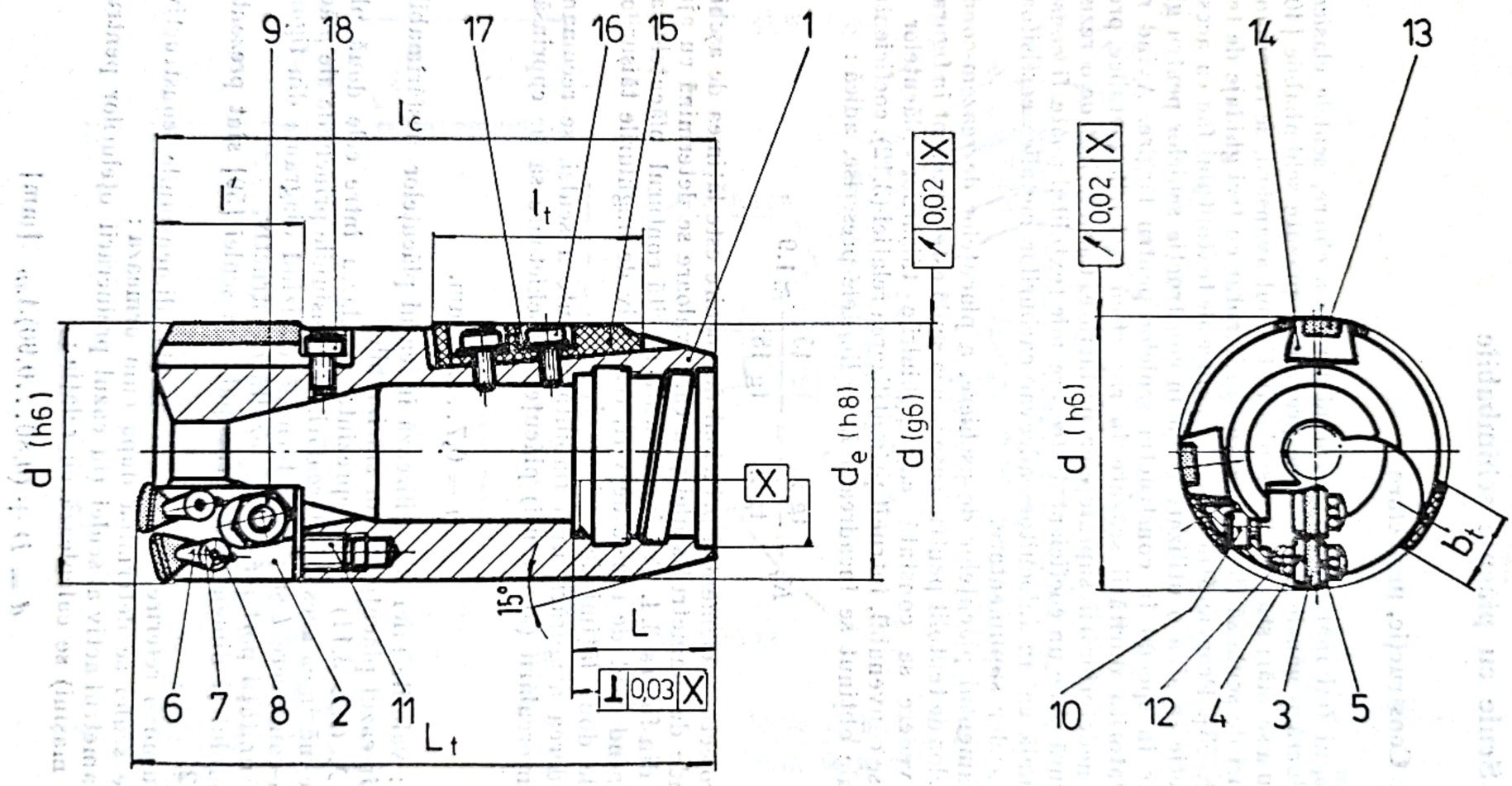


Fig. 3.12. Ansamblul și dimensiunile constructive ale sculei.

— diametrul exterior al corpului sculei, se determină cu relația ;

$$d_e = d - (3{,}0 \ldots 6{,}5) \quad [\text{mm}] \tag{3.18}$$

— lățimea și lungimea ghidajelor de textolit sînt date de relațiile :

$$b_t = (0{,}25 \ldots 0{,}29)\, d \quad [\text{mm}] \tag{3.19}$$

$$l_t = (0{,}75 \ldots 0{,}85)\, d \quad [\text{mm}] \tag{3.29}$$

Lungimea corpului sculei l_c și lungimea totală L_t se stabilesc constructiv.

Piesele componente ale sculei sînt notate cu pozițiile :

1 — corpul sculei,
2 — corp port-plăcuță,
3 — plăcuță așchietoare tip TPUN,
4 — plăcuță de bază, (plăcuță de sprijin)
5 — plăcuță pentru fragmentarea așchiilor,
6 — bridă de strîngere,
7 — șurub,
8 — arc inelar,
9 — piuliță,
10 — șurub,
11 — șurub de reglare,
12 — șurub,
13 — plăcuță de reazem-conducere,
14 — suportul plăcuței de reazem-conducere ,
15 — ghidaj de textolit,
16 — șurub,
17 — șaibă,
18 — șurub.

Se remarcă ca o particularitate a acestei construcții, îmbinarea corpului port-plăcuță (poziția 2) față de corpul sculei (pozitia 1) printr-un sistem de pană paralelă avînd o inclinație bine determinată în raport cu axa de simetrie a sculei. Astfel, prin intermediul șurubului de reglare (poziția 11) sistemul permite reglarea vîrfului plăcuței la diametrul dorit, realizînd cu ușurință concentricitatea suprafețelor active în raport cu alezajele de centrare și de fixare a sculei.

Bazîndu-se pe principiul planului înclinat, diametrul de ghidare dorit al sculei, se realizează prin deplasarea axială a ghidajelor de textolit (poziția 15) care au posibilitatea de glisare în canalele oblice din corpul sculei.

3.2.2. Utilizare, recondiționare

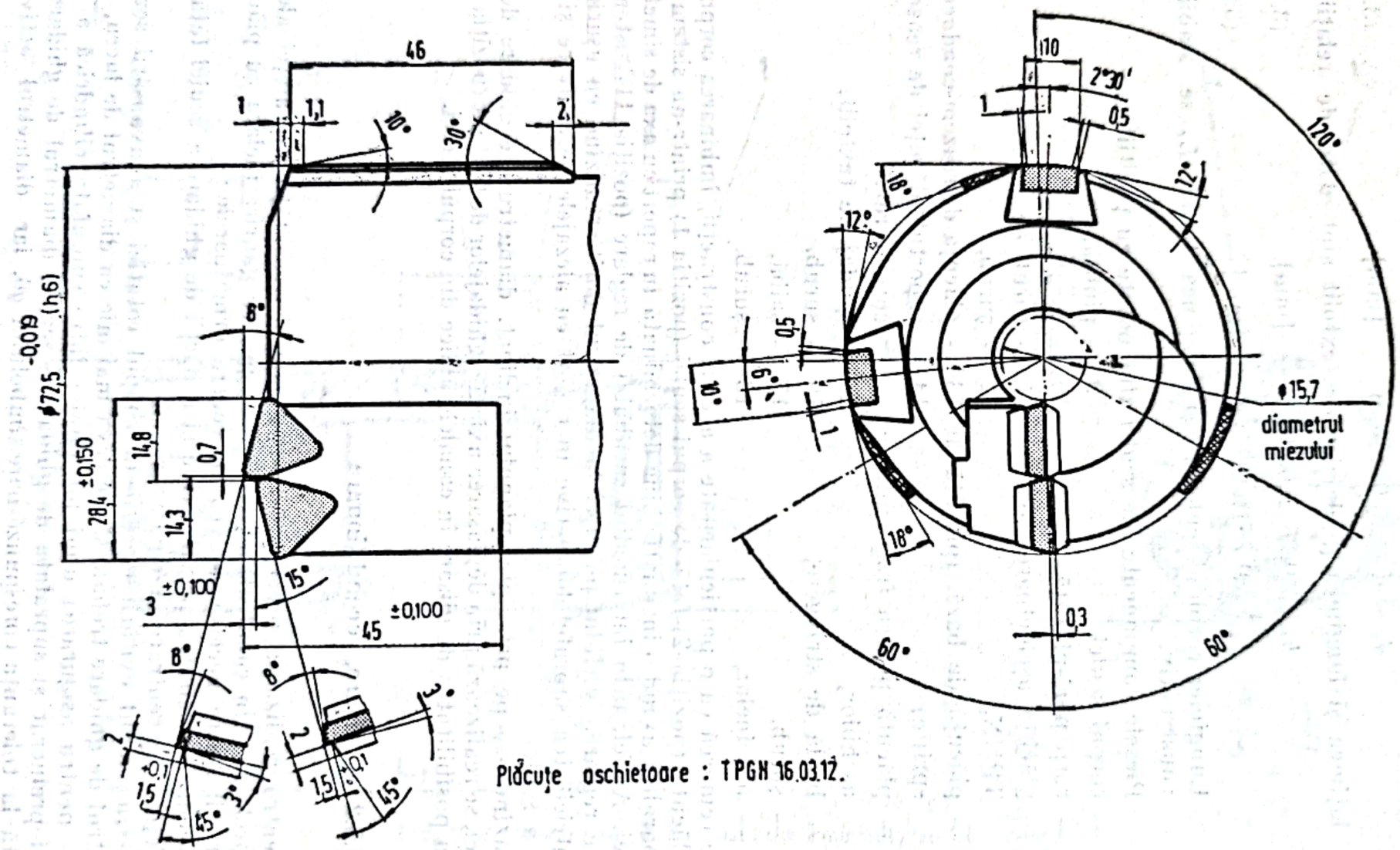
Pentru realizarea preciziei dimensionale și a calității suprafeței alezajului prelucrat, în cazul utilizării sculelor pentru găurire inelară cu plăcuțe schimbabile, este necesar a avea în vedere următoarele :

— concentricitatea părții active și a părții de ghidare a sculei față de suprafețele de centrare și de fixare,

— în scopul evitării frecării în timpul rotației și a avansării sculei, diametrul de ghidare trebuie să fie ceva mai mic ca diametrul de lucru,

— pentru asigurarea unui joc minim între suprafața cilindrică a alezajului prelucrat și suprafața de ghidare a sculei, diametrul de ghidare se execută la toleranța corespunzătoare simbolului $g6$, iar diametrul activ la toleranța aferentă simbolului $h6$.

Scanned with OKEN Scanner



Plăcuțe așchietoare : TPGN 16.03.12.

Fig. 3.13. Aranjamentul tăișurilor și parametrii geometrici-constructivi ai sculei Ø72,5 mm.

Scanned with OKEN Scanner

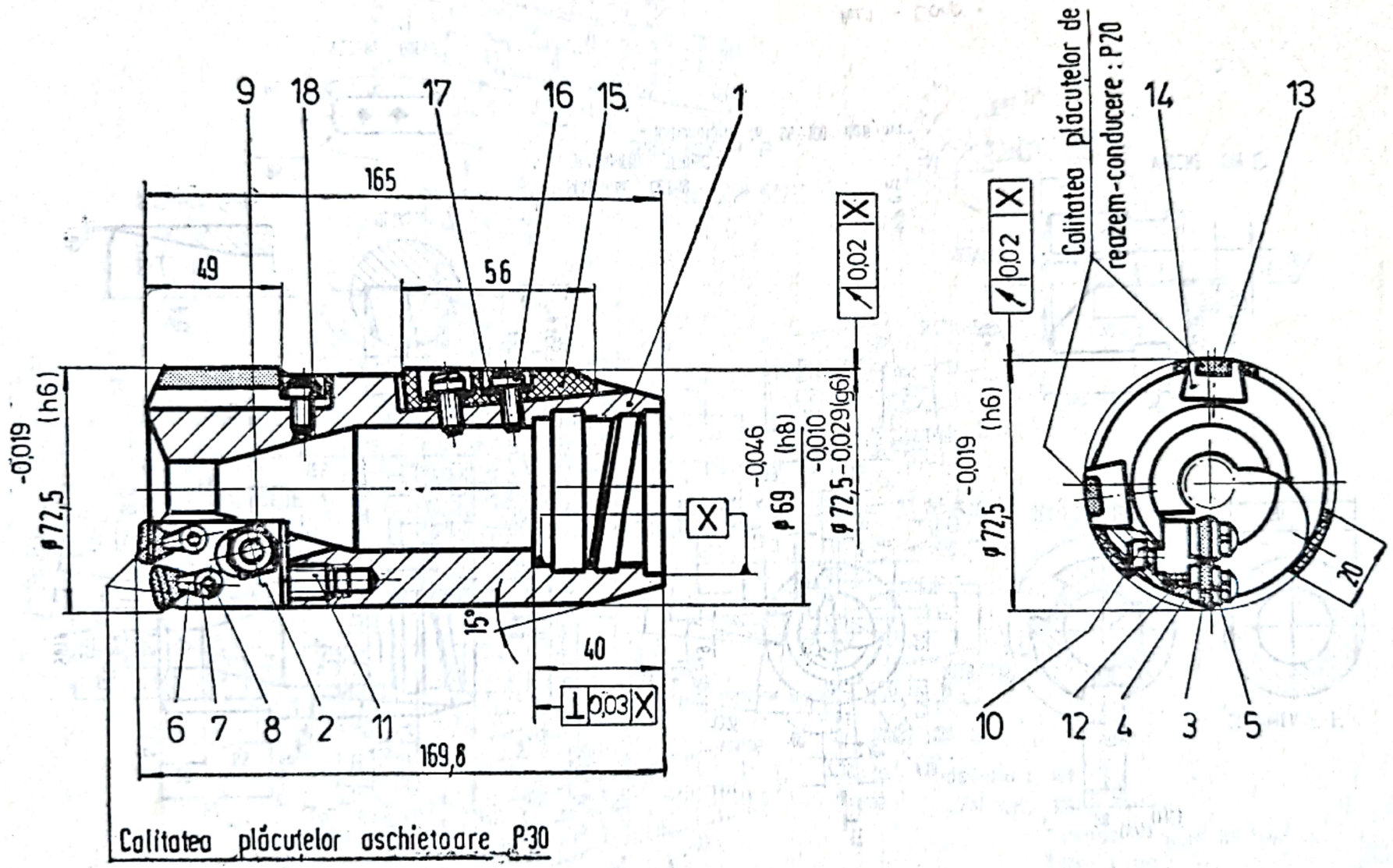
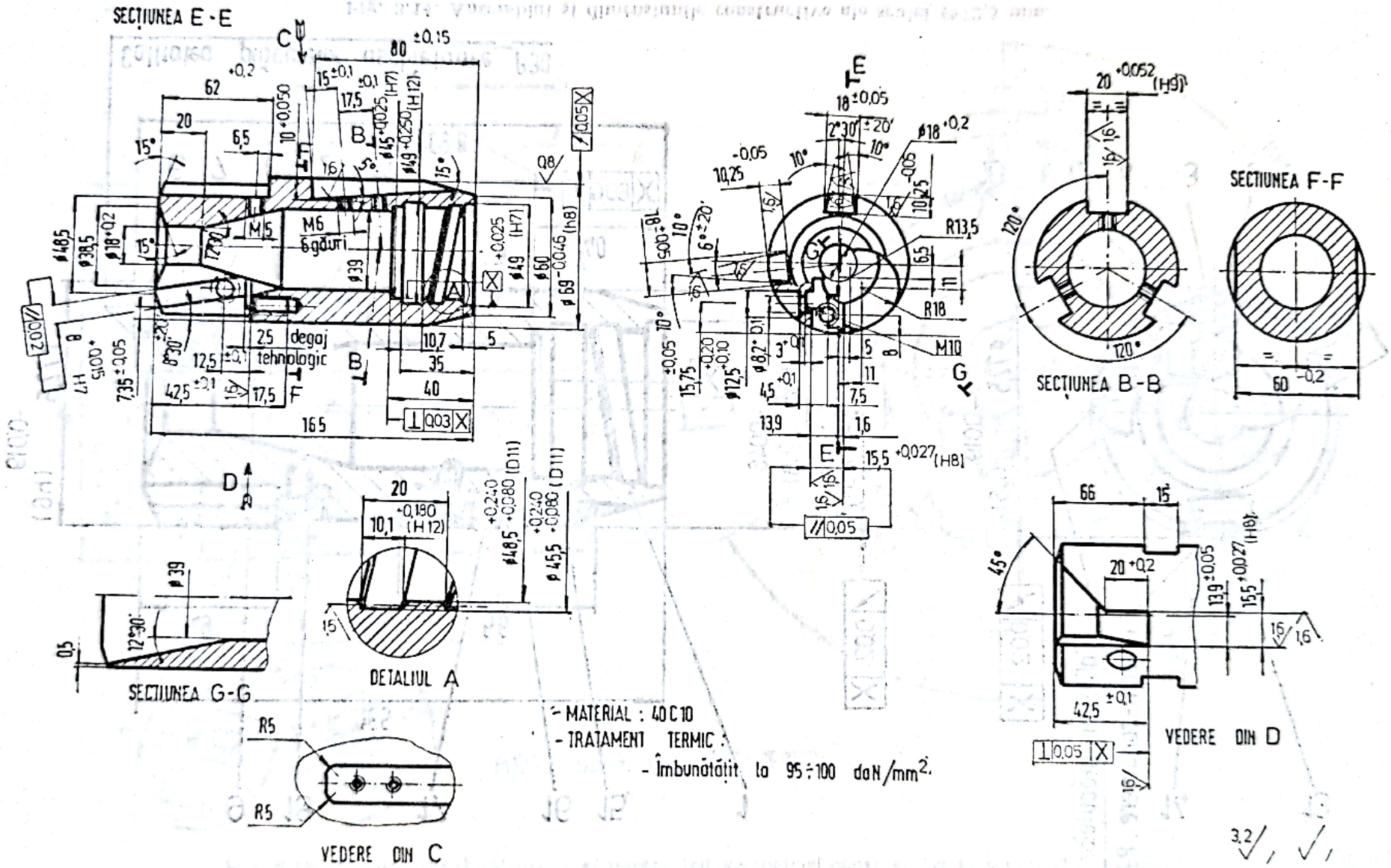


Fig. 3.14. Ansamblul și dimensiunile constructive ale sculei Ø72,5 mm.

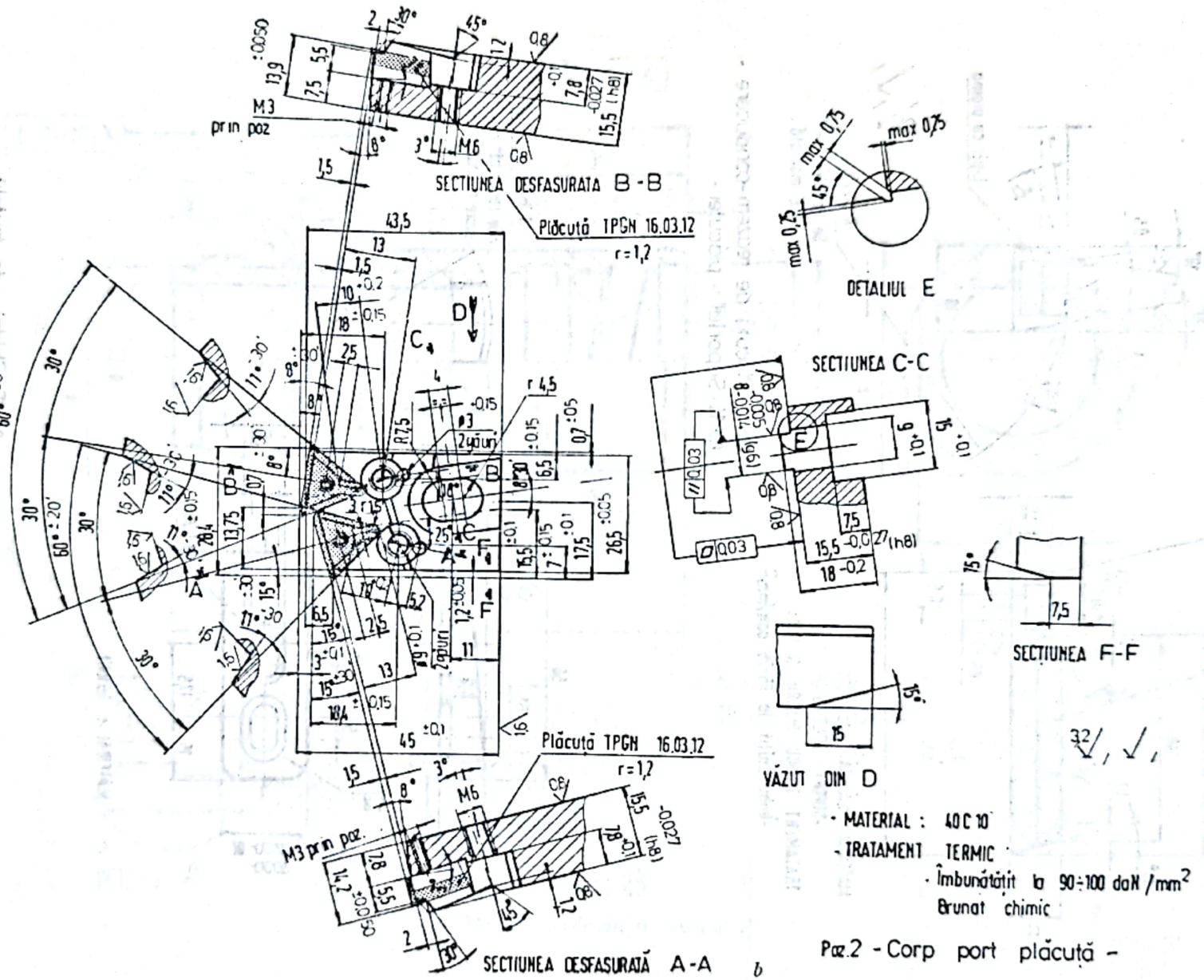
Scanned with OKEN Scanner



a

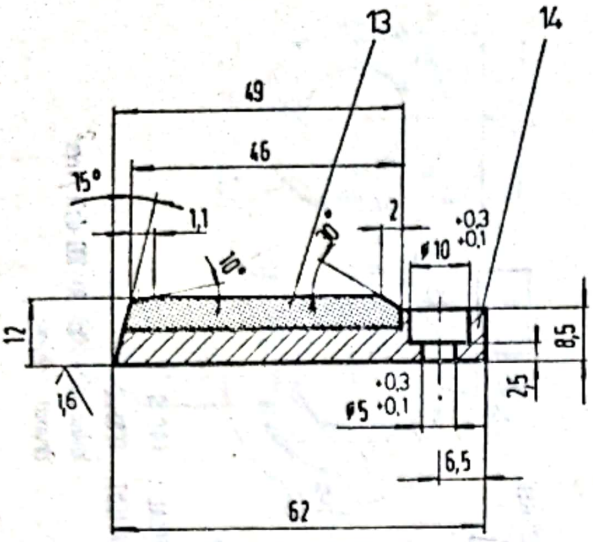
Poz.1 - Corp -

Scanned with OKEN Scanner

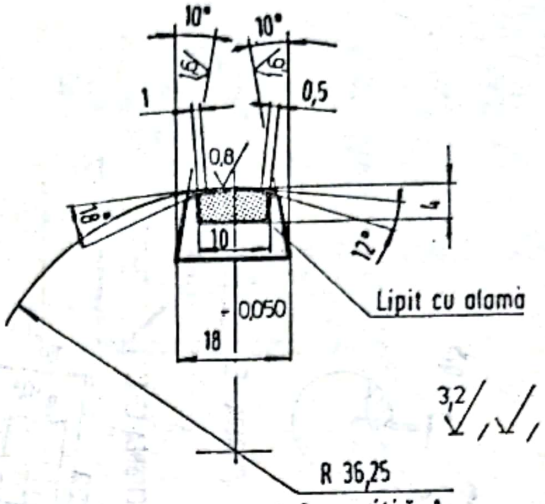


- MATERIAL : 40 C 10
- TRATAMENT TERMIC
  - Îmbunătățit la 90÷100 daN/mm²
  Brunat chimic

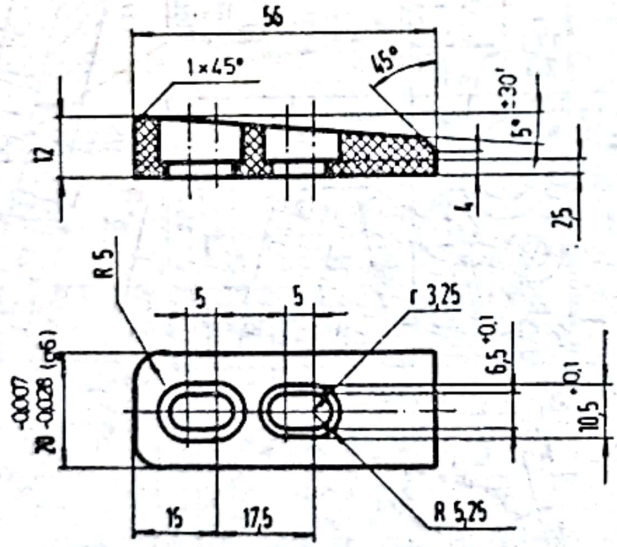
Poz.2 - Corp port plăcuță -



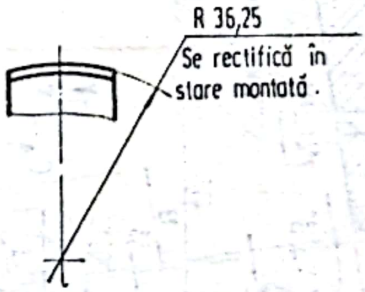
MATERIAL:-PLĂCUȚĂ P20
-SUPORT OLC 45
TRATAMENT TERMIC PENTRU SUPORT:
-Îmbunătățit la 65÷75 daN/mm²



Poz.13 - Plăcuță de reazem-conducere -
Poz.14 - Suportul plăcuței -



MATERIAL : Textolit



d Poz.15 - Ghidaj de textolit -

Fig. 3.15. Desenele de execuție ale pieselor componente ale sculei Ø72,5 mm: *a* **— corpul sculei;** *b* **— lamă port-plăcuță;** *c* **— plăcuță de reazem-conducere:** *d* **— ghidaj de textolit.**

Scanned with OKEN Scanner

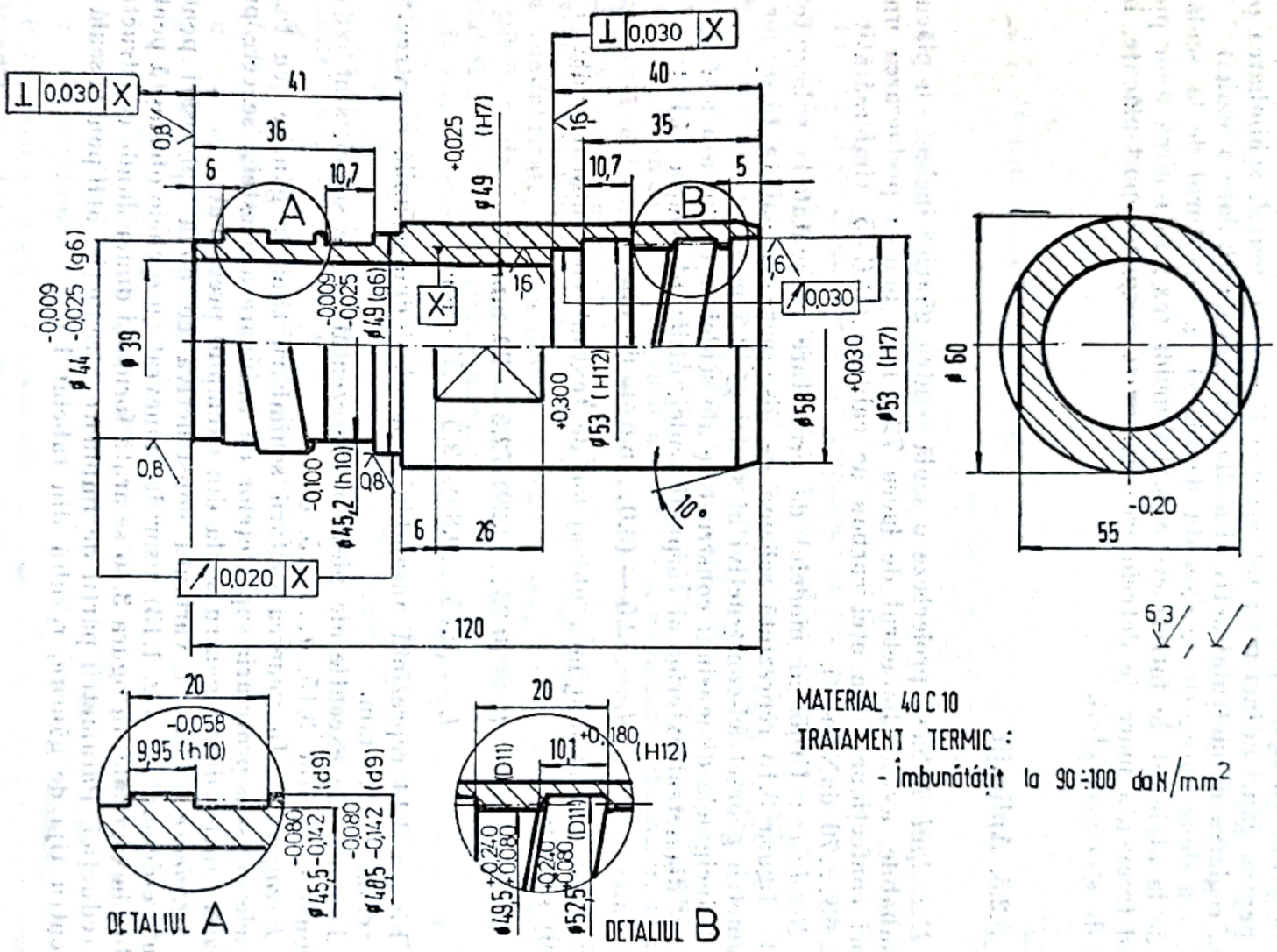


Fig. 3.16. Reducție (desen de execuție).

Scanned with OKEN Scanner

Recondiționarea este operația prin care scula uzată, deteriorată, se readuce la parametrii inițiali. În acest context se deosebesc două categorii de lucrări :

— prima categorie poate fi executată de lucrătorul care deservește mașina pentru găuri adînci (ex ; întoarcerea tăișului plăcuței, schimbarea plăcuței, reglarea diametrului activ și a diametrului de ghidare a sculei),

— a doua categorie se execută de regulă de lucrătorul de la sculărie sau de la atelierul de întreținere a S.D.V-urilor (ex ; înlocuirea unor piese avînd frecvență mare de deteriorare cum ar fi, corpurile-port-plăcuțe, bridele de strîngere etc.).

3.2.3. Aplicații

Exemlpul 1. Să se proiecteze o sculă pentru găurire inelară cu plăcuțe schimbabile, avînd diametrul de lucru 72,5 mm, pentru prelucrarea unor arbori confecționați din oțel carbon de calitate OLC 45 (îmbunătățit la $R = 65...70$ daN/mm²).

Rezolvare: Utilizînd modelul de proiectare prezentat la subcapitolul 3.2.1, figura 3.13 reprezintă schema de dispunere spațială a tăișurilor și parametrii geometrici-constructivi ai sculei ∅72,5 mm.

Principalele dimensiuni constructive ale sculei se calculează astfel ;

— diametrul exterior al corpului sculei, utilizînd relația (3.18)

$$d_e = 72{,}5 - (3.0...6{,}5) = 69 \text{ mm}$$

— lățimea și lungimea ghidajelor de textolit cu ajutorul relațiilor (3.19) și (3.20) ;

$$b_t = (0{,}25...0{,}29) \cdot 72{,}5 = 20 \text{ mm}$$

$$l_t = (0{,}75...0{,}85) \cdot 72{,}5 = 56 \text{ mm}$$

Figura 3.14 reprezintă ansamblul general și dimensiunile constructive ale sculei ∅72,5 mm.

Desenele de execuție ale pieselor reprezentative ale sculei, sînt redate eșalonat în figurile 3.15, *a*...3.15, *d*.

Exemplul 2. În vederea evitării schimbării tijei de găurire (cu toate anexele ei) și a protejării suprafețelor de îmbinare a acesteia, se cere proiectarea unei reducții pentru scula din exemplul precedent.

Rezolvare: Alegînd varianta constructivă cu două aplatisări pentru montare-demontare (fig. 1.13), ușor de manevrat cu o cheie obișnuită pentru piulițe hexagonale, în figura 3.16 se arată forma și dimensiunile constructive ale reducției. Parametrii părții de îmbinare a reducției atît pentru sculă cît și pentru tija de găurire, rezultă din tabelul 1.1.

Scanned with OKEN Scanner

4. Scule pentru lărgire

4.1. Scule cu plăcuțe lipite

4.1.1. Construcție, proiectare

Procedeul de lărgire se aplică semifabricatelor pregăurite sau țevilor cu scopul obținerii alezajelor de precizie macro și microgeometrică superioară.

Spre deosebire de găurirea în plin sau găurirea inelară, datorită lipsei materialului în partea centrală a piesei, realizarea unei stabilități corespunzătoare a sculei în procesul de lucru, este mai dificilă.

Deși la prima vedere se pare că la operația de lărgire există o autoghidare a sculei în alezajul pregăurit sau în cilindrul interior al țevilor, în realitate însă datorită neomogenității materialelor de prelucrat, a construcțiilor de scule neadecvate (ca partea de așchiere, parte de ghidare) și a altor cauze, de foarte multe ori apare pericolul devierii sculei la ieșirea din semifabricat. Această deviere în cazul lărgirii țevilor cu pereți subțiri de pildă, poate da naștere la excentricități inadmisibile, între alejazul prelucrat și diametrul exterior al acestora.

În scopul realizării avansării coaxiale a sculei cu axa de simetrie a piesei, în figura 4.1 se poate vedea modelul geometriei de așchiere și parametrii aferenți acestei geometrii, (raportați la un sistem de referință constructiv) ai sculei destinată lărgirii găurilor adînci [37, 41, 53, 55, 56]. Notațiile utilizate în această figură sînt :

- d — diametrul de lucru (sau activ) al sculei ;
- t, h — lățimea și adîncimea degajării pentru fragmentarea așchiilor ;
- a — distanța la intrare ;
- a' — teșirea la intrare ;
- $\varkappa$ — unghiul tăișului ;
- α — unghiul de așezare ;
- τ — unghiul teșirii la intrare.

Parametrii geometrici-constructivi și funcționali ai sculei se determină utilizînd figura 4.2 [41, 53, 56].

În cazul lărgirii alezajelor pieselor confecționate din oțel pentru construcții de mașini, diametrul de lucru al sculei d, se calculează în funcție de diametrul nominal (și minim) al alezajului piesei D și de abaterea de execuție A_{SD} a acestuia, cu ajutorul relației (3.13),

Scanned with OKEN Scanner

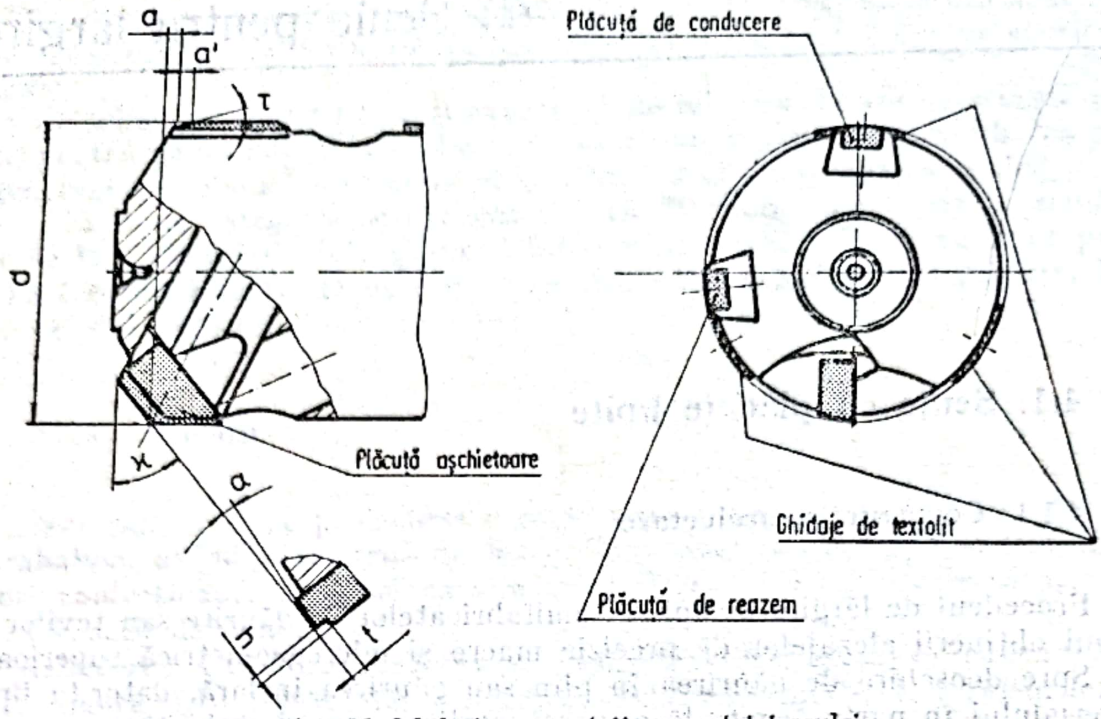


Fig. 4.1. Modelul și parametrii geometriei sculei.

În vederea asigurării rectilinității avansării sculei, lățimea plăcuțelor de reazem-conducere se determină cu relația empirică :

$$b = (0{,}07\ldots0{,}25)\cdot d \qquad [\text{mm}] \qquad (4.1)$$

în care ; coeficienți mari se utilizează pentru diametre mici ale intervalului (ex. 20 mm) iar coeficienți mici, se utilizează pentru diametre mari.

Spre deosebire de celelalte tipuri de scule, în cazul sculelor destinate lărgirii găurilor adînci, lungimea plăcuțelor de reazem-conducere *1* se stabilește constructiv, în funcție de posibilitățile pe care le permite șurubul de reglare (v. fig. 4.3). Pentru asigurarea angajării și conducerii ușoare a sculei, în tabelul 4.1 sînt cuprinse mărimile distanței și a teșirii la intrare în funcție de diametrul acesteia.

Tabelul 4.1

Valori recomandate pentru distanța și teșirea la intrare

Diametrul sculei [mm]	a [mm]	a' [mm]
20...44	1 ...1,5	0,5
44...75	1,5...2,0	0,8
peste 75	2,0...3,0	1,0

Lățimea și lungimea celor trei ghidaje de textolit așezate la 120° se determină cu relațiile :

$$b_t = (0{,}25\ldots0{,}31)\cdot d \qquad [\text{mm}] \qquad (4.2)$$

$$l_t = (0{,}80\ldots0{,}90)\cdot d \qquad [\text{mm}] \qquad (4.3)$$

Scanned with OKEN Scanner

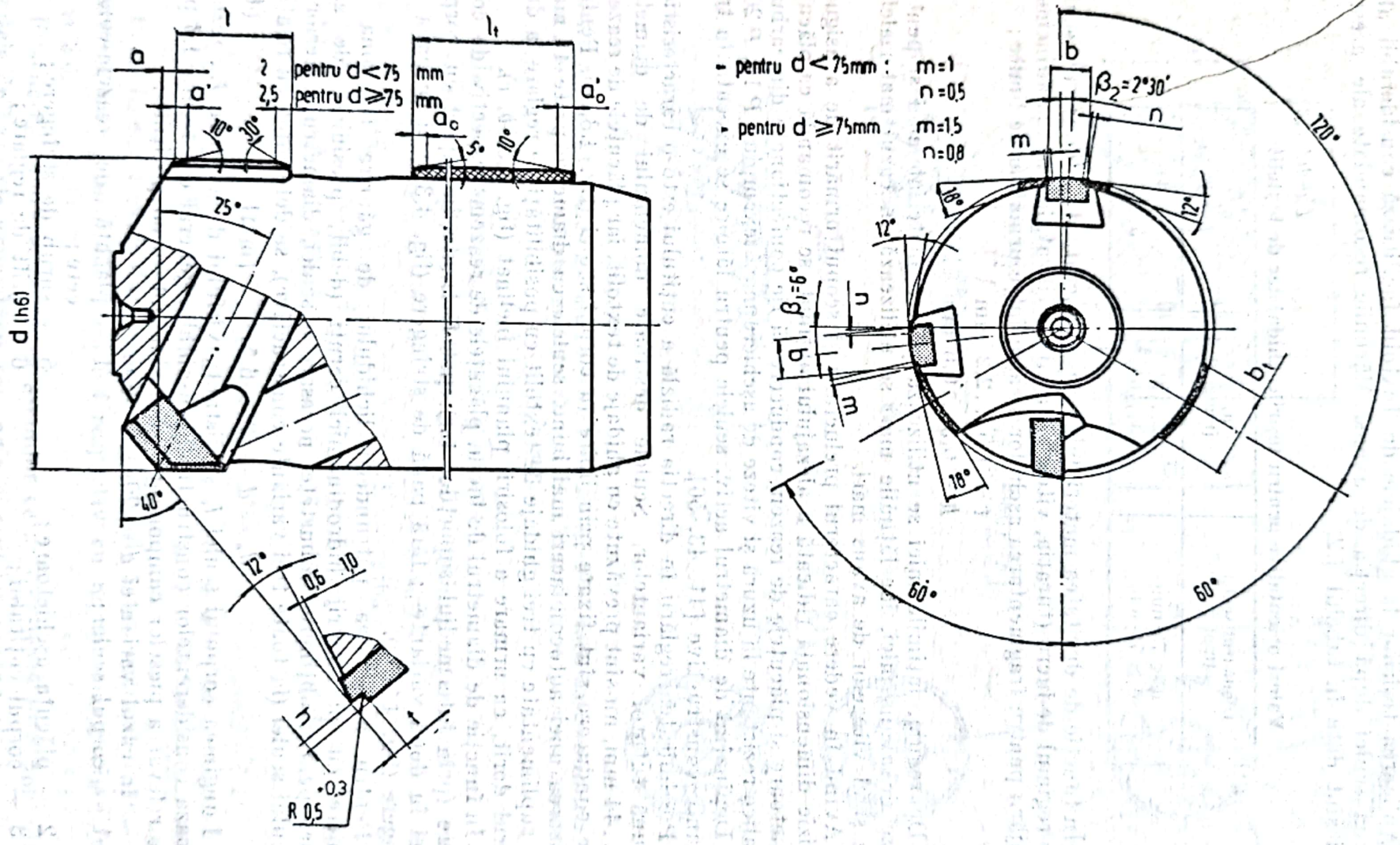


Fig. 4.2. Forma generală și parametrii geometrici-constructivi ai sculei

Aplicarea teşirilor la ghidajele de textolit facilitează considerabil alunecarea sculei după direcţia de avans. Mărimile recomandate ale acestor teşiri sînt date în tabelul 4.2.

Tabelul 4.2

Valori orientative pentru teşirile ghidajelor de textolit

Diametrul sculei [mm]	a_0 [mm]	a'_0 [mm]
$d < 75$ mm	2...4	4...6
$d \geqslant 75$ mm	3...5	5...7

În funcţie de duritatea materialului de prelucrat, de diametrul sculei şi de regimul de lucru (turaţia, viteza de avans) utilizat, lăţimea şi adîncimea degajării pentru fragmentarea aşchiilor se aleg între următoarele limite ;

$$t = 1{,}5...2{,}2 \text{ mm}$$
$$h = 0{,}5...0{,}6 \text{ mm}$$

De regulă, lăţimile mici se utilizează pentru materiale moi şi pentru viteze de avans mici, iar lăţimile mari se utilizează în cazul materialelor dure şi al vitezelor de avans mari.

Avînd în vedere caracterul prelucrării şi scopul urmărit de a asigura precizie dimensională ridicată a alezajului obţinut, se recomandă ca plăcuţa aşchietoare şi plăcuţele de reazem-conducere să fie confecţionate din carburi metalice rezistente la uzură şi viteze de aşchiere mari (exemplu : *P* 10, *P* 20).

Depinzînd de diametrul activ, sculele pentru lărgire se execută în trei variante constructive [41, 43, 56].

Posibilitatea reglării în direcţia radială a cuţitului este o caracteristică comună tuturor variantelor. Sculele destinate domeniului de diametre 20...44 mm, nu sînt prevăzute cu ghidaje de textolit, iar plăcuţele de reazem şi de conducere sînt fixate prin lipire în corpul sculei (fig. 4.3, *a*). Pentru realizarea unei autoconduceri mai bune, sculele cu diametre peste 44 mm, sînt suplimentate cu trei ghidaje de textolit cu posibilităţi de reglare la diametrul dorit, ca urmare a folosirii planului înclinat (fig. 4.3, *b*, *c*).

În funcţie de diametrul de lucru, plăcuţele de reazem respectiv de conducere (prin intermediul suporţilor lor), pot fi fixate în raport cu corpul sculei în două variante ; fără pană de strîngere (fig. 4.3, *b*) şi cu pană de strîngere (fig. 4.3, *c*).

Pentru asigurarea pătrunderii lichidului de găurire în zona de aşchiere cu parametrii hidrodinamici ceruţi (debit, presiune), de asemenea pentru obţinerea robusteţei necesare a sculei, diametrul exterior al corpului sculei (la toate trei variante constructive), se determină cu relaţia ;

$$d_e = d - (2...6{,}5) \quad \text{[mm]} \qquad (4.4)$$

Lungimea corpului sculei l_c şi distanţa vîrfului de aşchiere L_t, rezultă pe baza considerentelor constructive. Ansamblul general din figura 4.3 permite relevarea pieselor componente, care sînt notate cu poziţiile :

— în cazul variantei $d = 20...44$ mm

1 — corpul sculei ;
2 — plăcuţa aşchietoare ;
3 — corpul cuţitului ;
4 — plăcuţă de reazem-conducere ;
5 — şurub de strîngere ;
6 — ştift de reglare ;

Scanned with OKEN Scanner

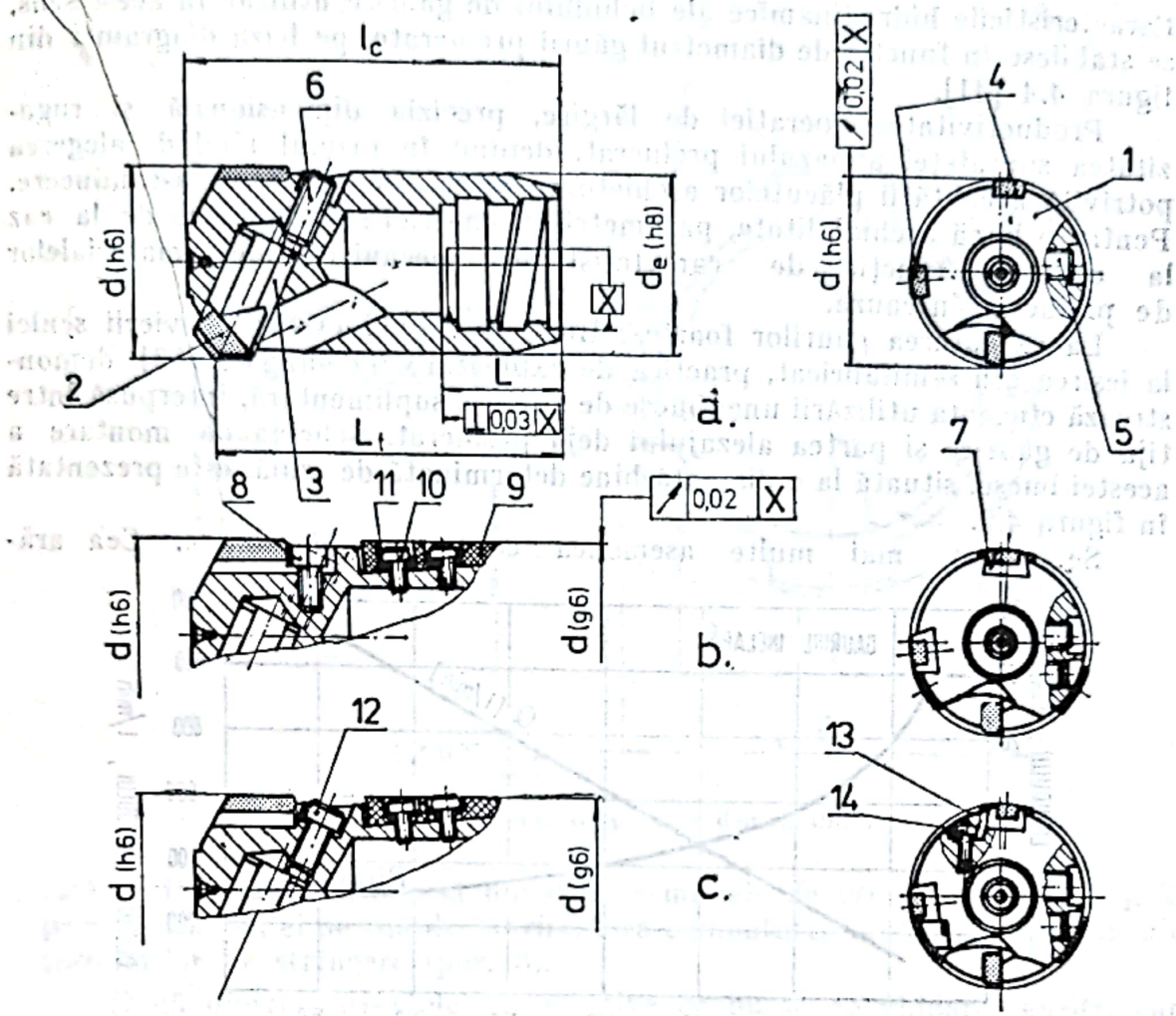


Fig. 4.3. Ansamblul și dimensiunile de gabarit ale sculei: *a* — varianta constructivă, $d = 20...44$ mm; *b* — varianta constructivă, $d = 44...75$ mm; *c* — varianta constructivă $d > 75$ mm.

— în cazul variantei, $d = 44...75$ mm;
7 — suportul plăcuței de reazem-conducere;
8 — șurub;
— în cazul variantei; $d > 75$ mm;
12 — șurub de reglare;
13 — pană;
9 — ghidaj de textolit;
10 — șurub;
11 — șaibă;
14 — șurub de strîngere.

4.1.2. Exploatare, reascuțire

Ca și în cazul exploatării celorlalte tipuri de scule, regimul de lucru se determină cu ajutorul tabelului 2.4 respectiv cu nomogramele din figurile 2.5 și 2.6.

Evacuarea sigură și rapidă a așchiilor ce se degajează este una dintre cerințele de bază ale exploatării raționale a sculelor pentru lărgire-alezare.

Scanned with OKEN Scanner

Caracteristicile hidrodinamice ale lichidului de găurire utilizat în acest sens, se stabilesc în funcţie de diametrul găurii prelucrate, pe baza diagramei din figura 4.4 [41].

Productivitatea operaţiei de lărgire, precizia dimensională şi rugozitatea suprafeţei alejazului prelucrat, depind în primul rînd de alegerea potrivită a calităţii plăcuţelor aşchietoare şi a celor de reazem-conducere. Pentru o bună aşchiabilitate, parametrii geometrici se adaptează de la caz la caz în funcţie de caracteristicile mecanice ale materialelor de prelucrat în cauză.

La executarea găurilor foarte adînci, în scopul evitării devierii sculei la ieşirea din semifabricat, practica de exploatare îndelungată [53] demonstrează eficienţa utilizării unei bucşe de ghidare suplimentară, interpusă între tija de găurire şi partea alezajului deja prelucrat. Schema de montare a acestei bucşe, situată la o distanţă bine determinată de sculă, este prezentată în figura 4.5.

Se cunosc mai multe asemenea construcţii de bucşe. Cea ară-

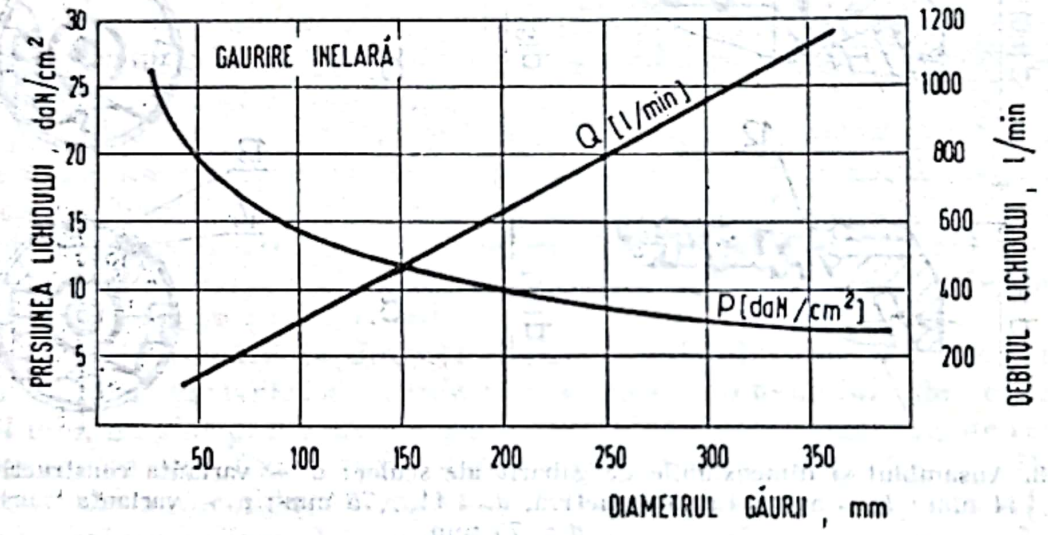


Fig. 4.4. Dependenţa debitului şi presiunii lichidului, de diametrul găurii.

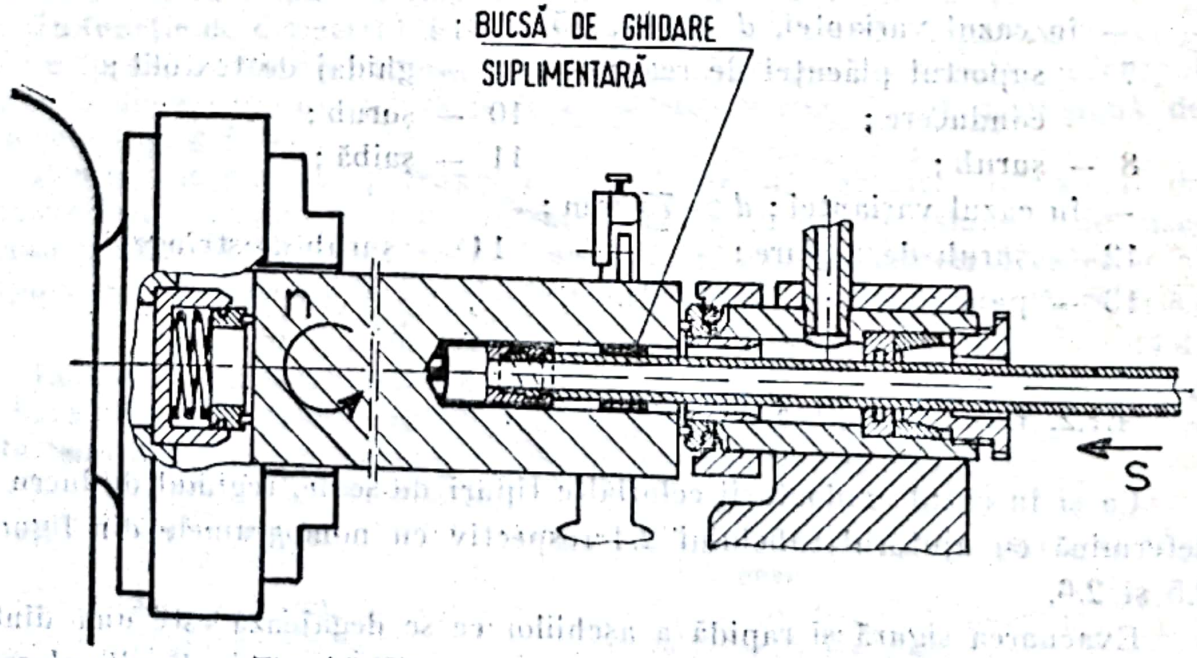


Fig. 4.5. Schema de montaj a bucşei de ghidare.

Scanned with OKEN Scanner

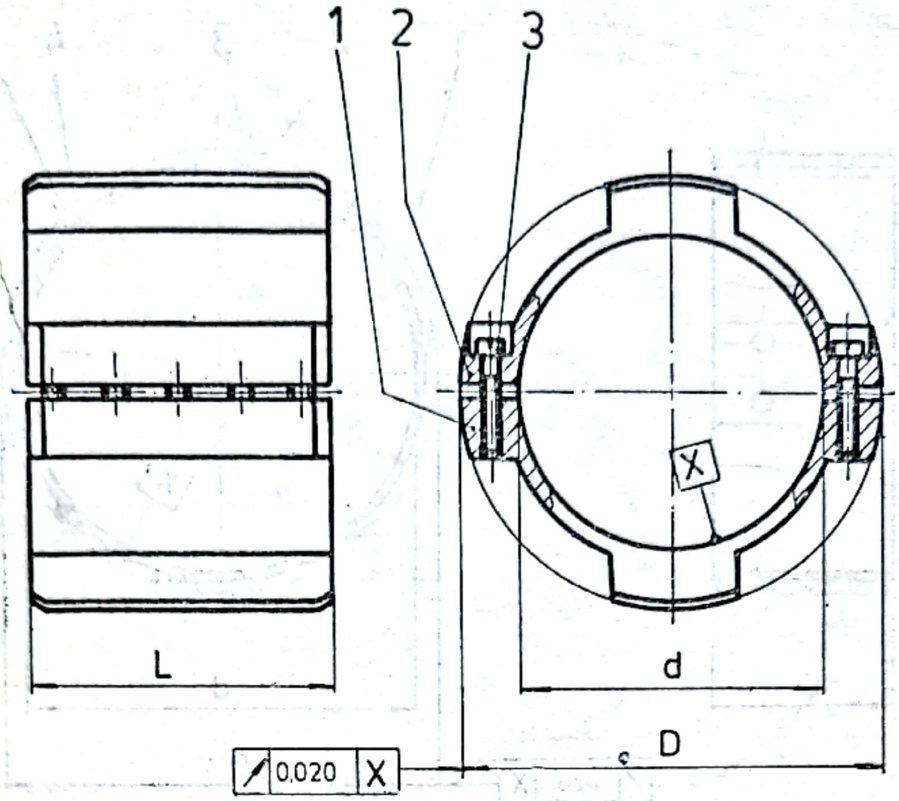


Fig. 4.6. Bucșă de ghidare demontabilă.

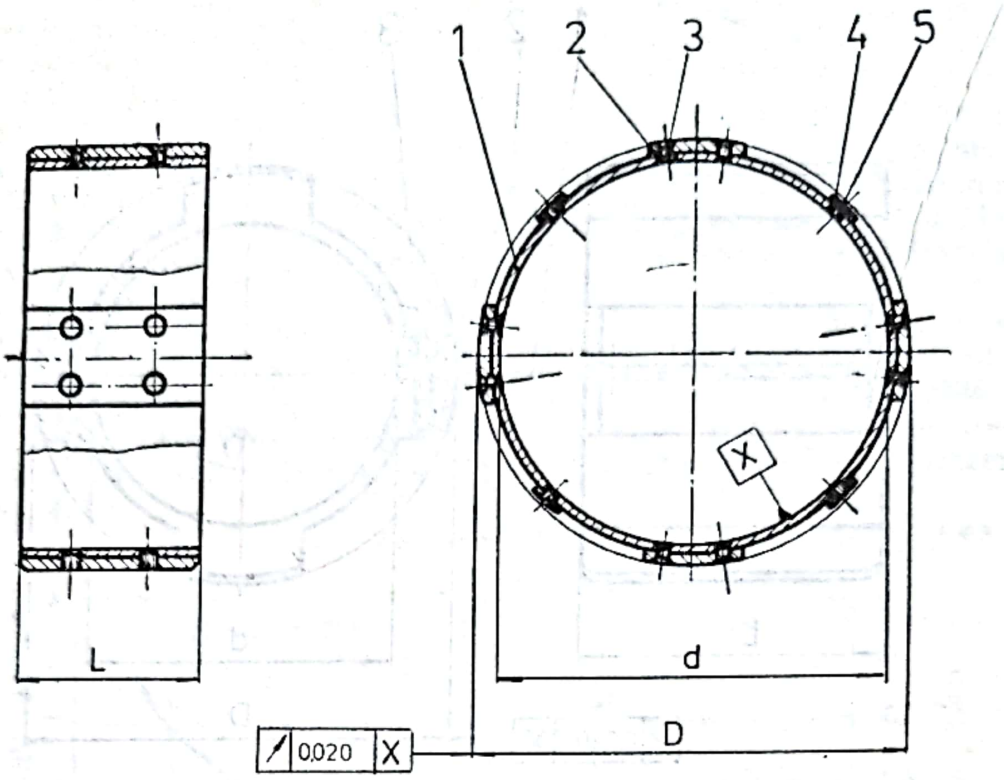
tată în figura 4.6, compusă din două semiinele de bronz (pozițiile 1 și 2), permite fixarea ei pe tija de găurire, fără demontarea sculei, prin intermediul șuruburilor de strîngere (poz. 3).

Două dintre variantele constructive de bucșe de ghidare reușite, care se fixează pe tija de găurire după demontarea sculei, se pot vedea în figura 4.7. În cazul variantei din figura 4.7, *a*, cele patru patine de bronz (poziția 2) se solidarizează cu bucșa (poziția 1) prin intermediul niturilor (poziția 3). Fixarea întregului ansamblu pe tija de găurire, se realizează cu ajutorul șuruburilor (poziția 5). Cînd diferența dintre diametrul alezajului prelucrat și diametrul tijei de găurire este relativ mare, se utilizează construcția din figura 4.7, *b*. În acest caz patinele de textolit (poziția 2) se fixează cu șuruburile (poziția 3) în corpul bucșei (poziția 1), iar montarea ei pe tija de găurire se face prin intermediul șuruburilor de strîngere (poziția 4).

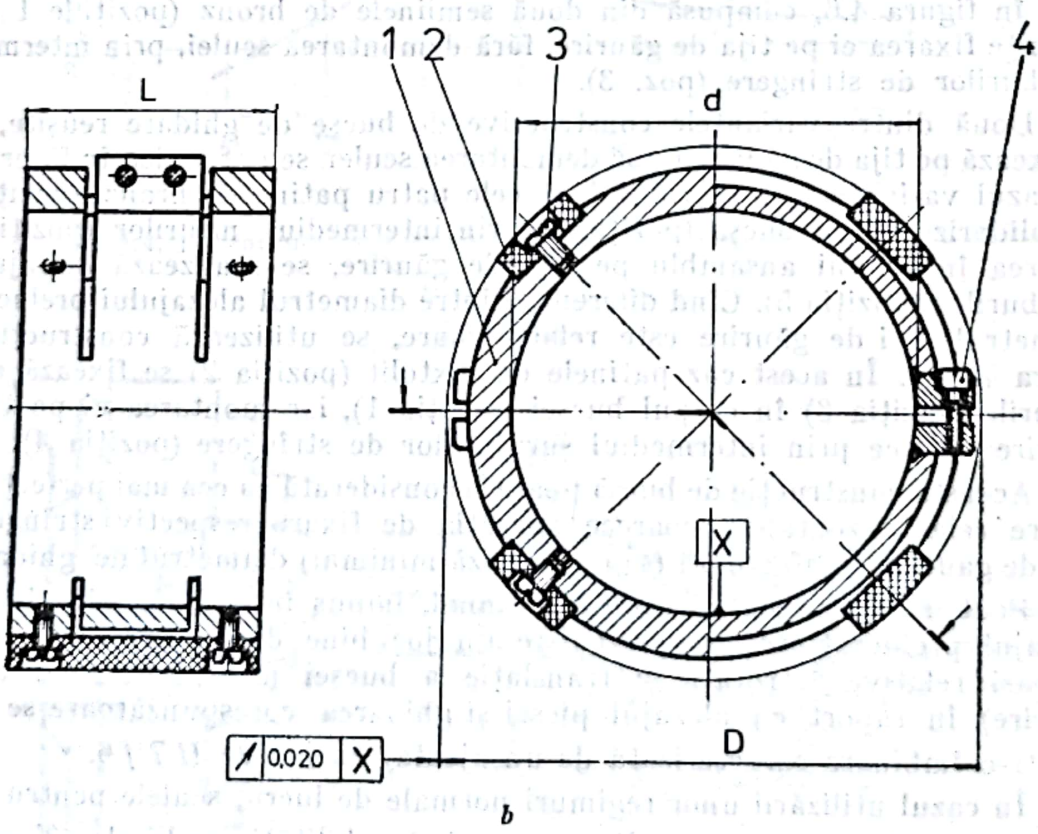
Această construcție de bucșă poate fi considerată ca cea mai perfecționată dintre cele prezentate, deoarece operația de fixare respectiv strîngere pe tija de găurire nu afectează (sau afectează minimal) diametrul de ghidare *D*.

Pentru a se îndeplini rolul funcțional, impus între bucșa de ghidare și alezajul prelucrat, trebuie să existe un joc bine determinat. Optimizarea mișcării relative de rotație și translație a bucșei (solidarizată cu tija de găurire) în raport cu alezajul piesei și ghidarea corespunzătoare se obține printr-o îmbinare caracterizată de un ajustaj cu joc de $H\,7/f\,6$.

În cazul utilizării unor regimuri normale de lucru, sculele pentru lărgire cu plăcuțe lipite permit realizarea unei durabilități medii de, $T = 50 \ldots 60$ min.



a



b

Fig. 4.7. Bucşă de ghidare nedemontabilă: *a* — varianta pentru diferenţa „$D - d$“ mică; *b* — varianta pentru diferenţa „$D - d$“ mare.

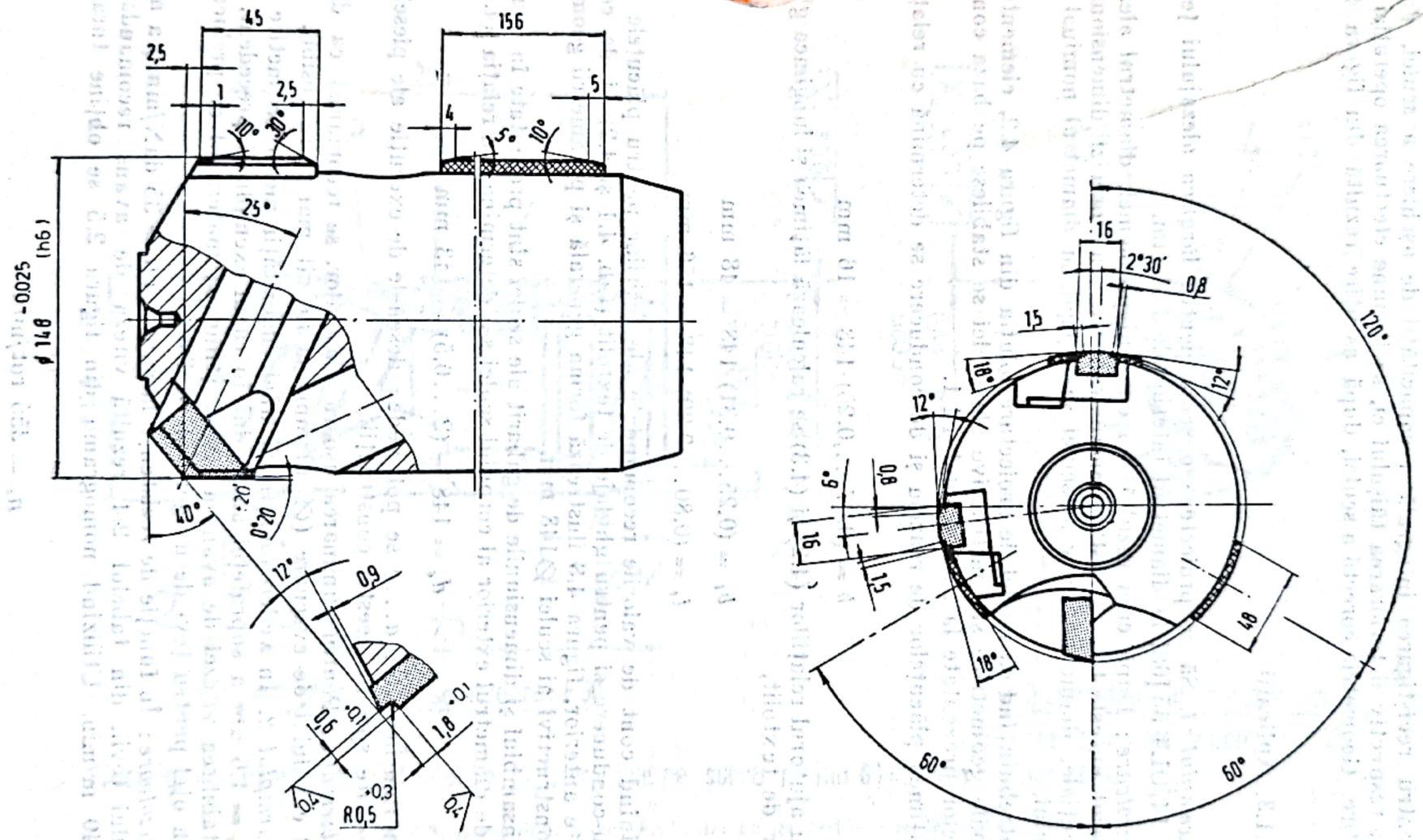


Fig. 4.8. Forma generală și parametrii geometrici-constructivi ai sculei Ø148 mm.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru recîştigarea integrală a capacităţii de aşchiere a sculei, după uzarea, respectiv deteriorarea tăişului ei, se impune efectuarea operaţiei de reascuţire. Geometria corectă a sculei, după ascuţire rezultă din figura 4.2

4.1.3. Aplicaţii

Exemplul 1. Să se proiecteze o sculă pentru lărgirea alezajului ţevii 168 × 14/OLT 35 [68] la diametrul interior de 148 mm.

Rezolvare: După cum rezultă din enunţul problemei, diametrul alezajului cerut nu este tolerat. Astfel pentru realizarea unei precizii dimensionale preferenţiale, diametrul activ al sculei se ia egal cu diametrul nominal al alezajului.

Întrebuinţînd ca model de proiectare soluţia din figura 4.2, elementele principale geometrice şi constructive ale sculei se stabilesc pe baza considerentelor prezentate la subcapitolul 4.1.1.

Lăţimea plăcuţelor de reazem şi de conducere se determină cu relaţia (4.1),

$$b = (0{,}07\ldots{,}0{,}25)\cdot 148 = 16 \text{ mm}$$

Cu ajutorul relaţiilor (4.2) şi (4.3) se calculează lăţimea şi lungimea ghidajelor de textolit,

$$b_t = (0{,}25\ldots 0{,}31)\cdot 148 = 48 \text{ mm}$$

$$l_t = (0{,}80\ldots 0{,}90)\cdot 148 = 156 \text{ mm}$$

Ţinînd cont de valorile recomandate ale teşirilor pentru plăcuţele de reazem-conducere şi pentru ghidaje de textolit (tab. 4.1 şi 4.2) şi de cele stabilite anterior, figura 4.8 ilustrează forma generală şi parametrii geometrici-constructivi ai sculei ∅148 mm.

Ansamblul şi dimensiunile de gabarit ale sculei sînt prezentate în figura 4.9 unde diametrul exterior al corpului sculei s-a determinat cu relaţia (4.4),

$$d_e = 148 - (2\ldots 6{,}5) = 143 \text{ mm}$$

În figurile 4.10, *a*...*c* se pot vedea desenele de execuţie ale pieselor componente specific acestei construcţii.

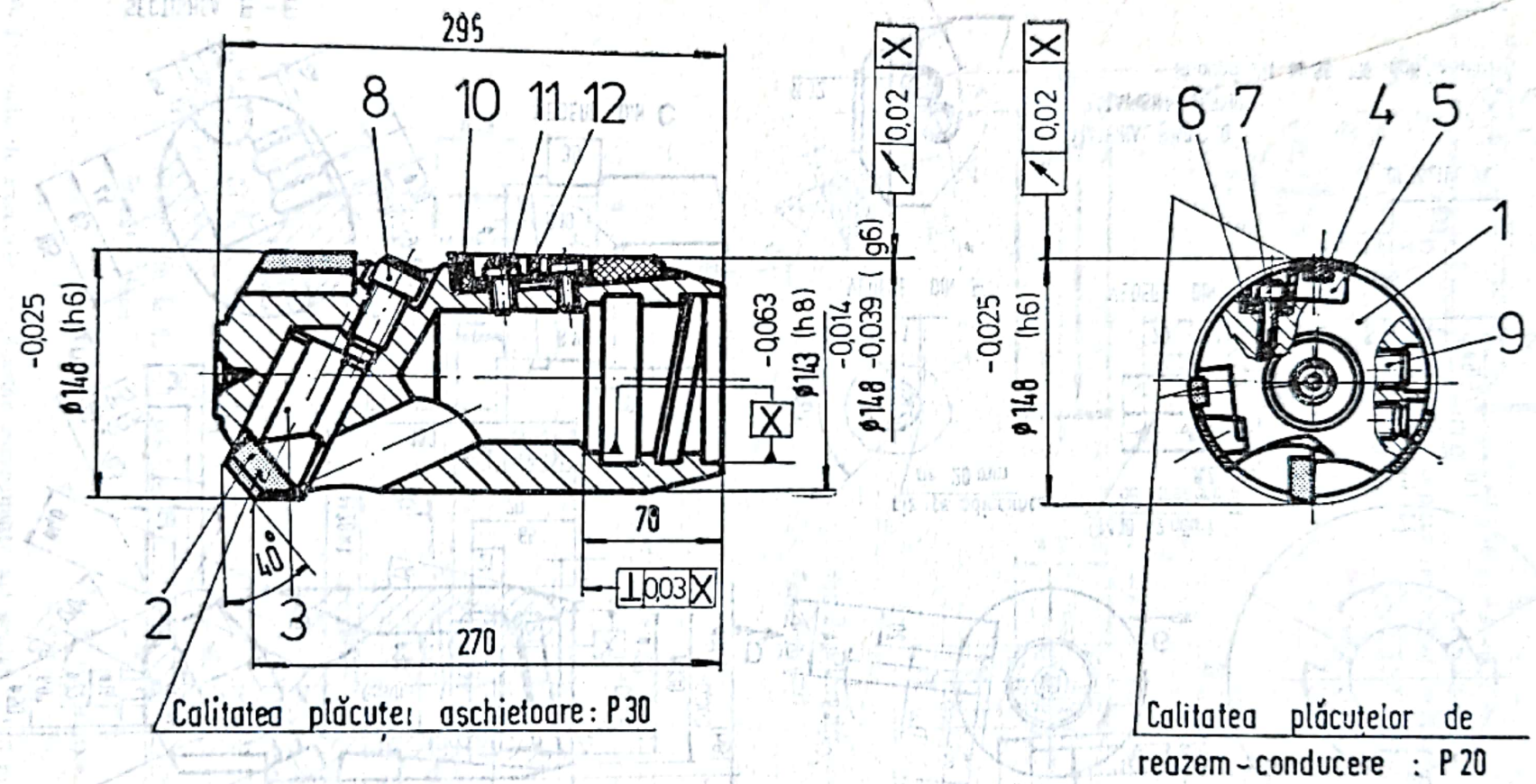
Observaţie: Pentru eliminarea uşoară a aşchilor, se recomandă ca diametrul canalului de evacuare (∅ 40 mm) să fie cît mai mare posibil.

Exemplul 2. În vederea obţinerii unei rugozităţii medii aritmetice de $R_{a\ max} = 1{,}6$ μm a suprafeţei alezajului în cazul exemplului precedent, se cere stabilirea vitezei de avans a sculei, ştiind că materialul de prelucrat este un oţel pentru ţevi de uz general OLT 35.

Rezolvare: În funcţie de rezistenţa la rupere ($R = 35$ daN/mm²) a materialului ţevii, din tabelul 2.4 rezultă viteza de avans recomandată, $v = 140$ m/min. Utilizînd nomograma din figura 2.5 se obţine turaţia sculei,

$$n_s = 355 \text{ rot/min}$$

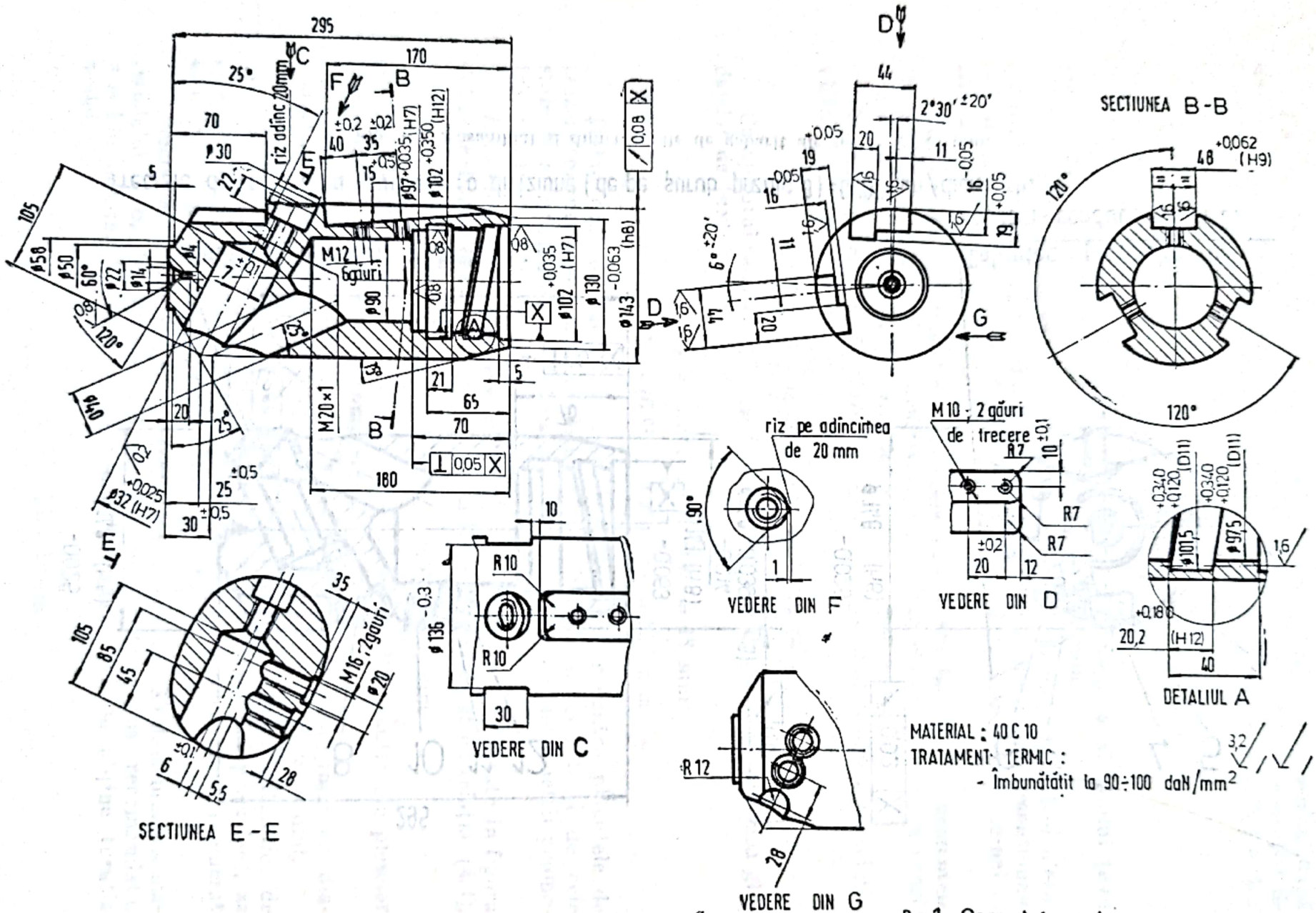
Scanned with OKEN Scanner



Precizia de reglare a cuțitului: o diviziune (de pe șurub poziția 8) = 0,100 mm/diametru.

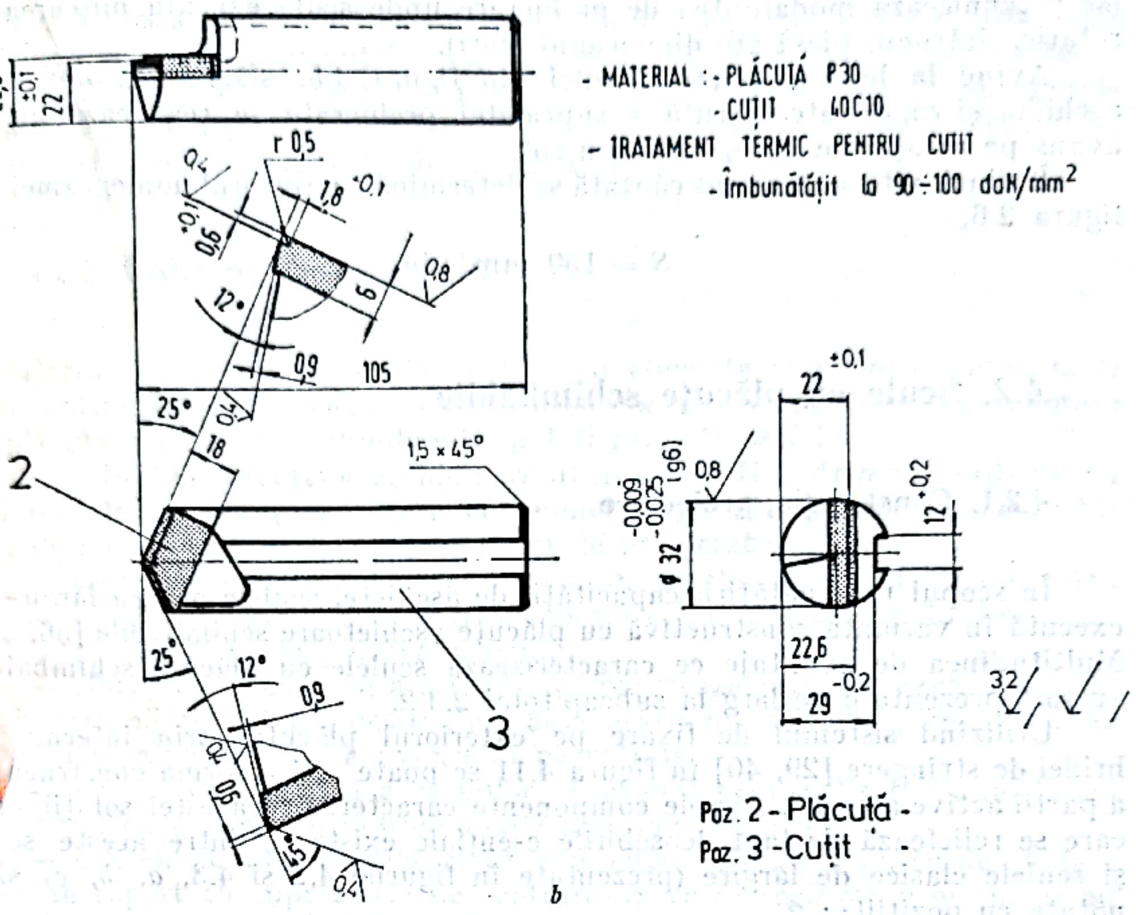
Fig. 4.9. Ansamblul și dimensiunile de gabarit ale sculei Ø148 mm.

Scanned with OKEN Scanner

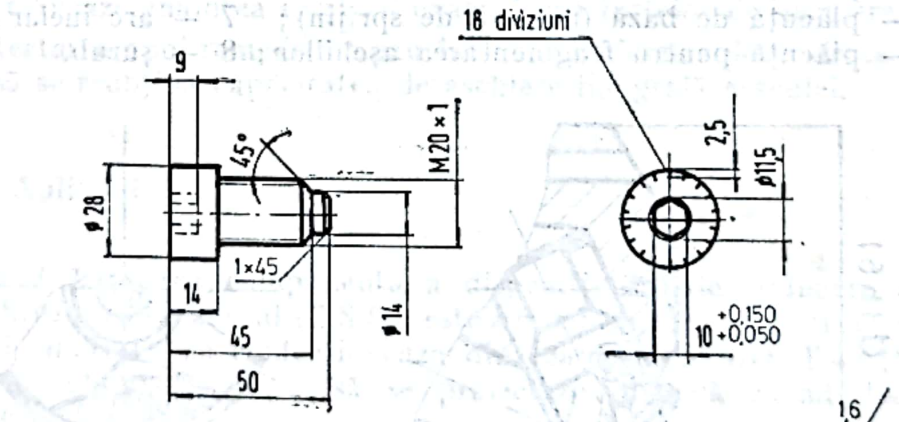


Poz.1 - Corpul de sculei -

Scanned with OKEN Scanner



b



c

Fig. 4.10. Desenele de execuție ale pieselor componente ale sculei Ø148 mm: *a* — corpul sculei; *b* — cuțit; *c* — șurub de reglare.

(se preconizează modalitatea de prelucrare unde scula execută mișcarea de rotație, întrucît piesa are dimensiuni mari).

Avînd la bază geometria sculei din figura 4.8, sfărîmarea optimă a așchiilor și rugozitatea cerută a suprafeței prelucrate se realizează cu un avans pe rotație de $S_r = 0{,}40$ mm/rot.

În final, viteza de avans căutată se determină cu ajutorul nomogramei din figura 2.6,

$$S = 150 \text{ mm/min.}$$

4.2. Scule cu plăcuțe schimbabile

4.2.1. Construcție, proiectare

În scopul îmbunătățirii capacității de așchiere, sculele pentru lărgire se execută în varianta constructivă cu plăcuțe așchietoare schimbabile [56, 58]. Multitudinea de avantaje ce caracterizează sculele cu plăcuțe schimbabile au fost prezentate pe larg la subcapitolul 2.4.2.

Utilizînd sistemul de fixare pe exteriorul plăcuței prin intermediul bridei de strîngere [29, 40] în figura 4.11 se poate vedea forma constructivă a părții active a sculei. Piesele componente caracteristice acestei soluții, prin care se reliefează de fapt deosebirile esențiale existente între aceste scule și sculele clasice de lărgire (prezentate în figurile 4.2 și 4.3, *a*, *b*, *c*) sînt notate cu pozițiile :

1 — corp port-sculă ;
2 — plăcuță așchietoare tip TPUN,
3 — plăcuță de bază (plăcuță de sprijin) ;
4 — plăcuță pentru fragmentarea așchiilor ;
5 — bridă de strîngere ;
6 — șurub ;
7 — arc inelar ;
8 — șurub.

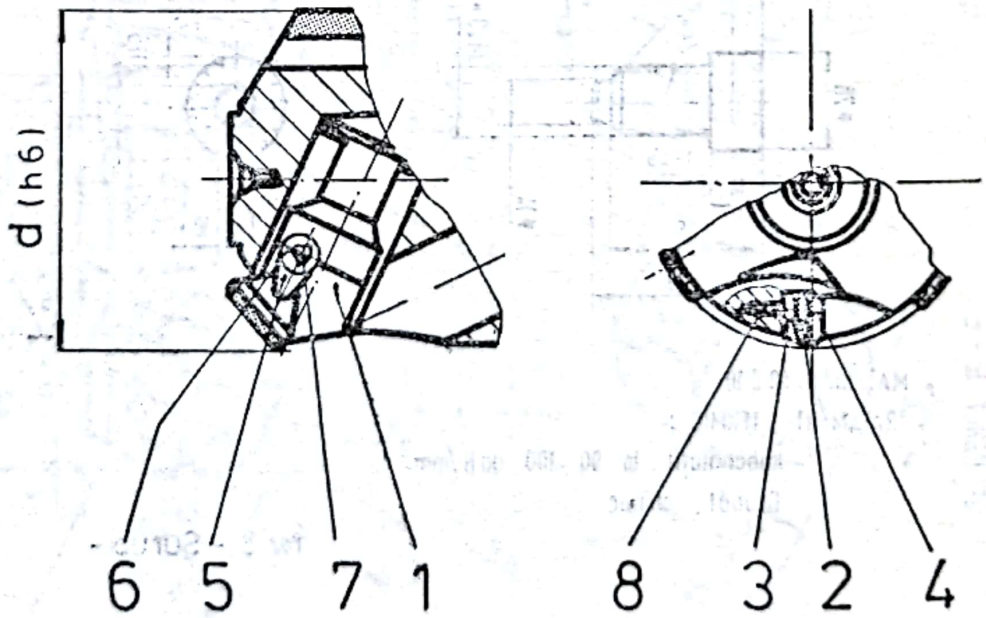


Fig. 4.11. Forma părții așchietoare a sculei.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul prelucrării oțelurilor pentru construcții de mașini, diametrul activ al sculei se determină cu relația (3.17). Cu excepția aplicării sistemului de fixare mecanică a plăcuțelor așchietoare construcția acestor scule este cu totul similară cu cea a sculelor cu plăcuțe lipite; astfel, toate elementele geometrice și constructive aferente se calculează, respectiv se stabilesc, cu relațiile și tabelele cunoscute de la subcapitolul 4.1.1.

4.2.2. Utilizare, recondiționare

Dezideratele principale ale exploatării eficiente și raționale precum și a recondiționării oportune și corespunzătoare a sculelor pentru lărgire dotate cu plăcuțe așchietoare schimbabile, pot fi grupate astfel:

— calitatea plăcuțelor așchietoare utilizate, să fie într-o concordanță cu cerințele de precizie (macro și microgeometrică) a alezajeului și cu caracteristicile fizico-mecanice ale materialului de prelucrat;

— regimul de lucru aplicat să fie maxim posibil, limitat fiind doar de; durabilitatea economică, rugozitatea suprafeței prelucrate, rigiditatea sistemului tehnologic și de puterea mașinii;

— sfărîmarea adecvată a așchiilor se realizează prin alegerea potrivită a dimensiunii plăcuțelor destinate fragmentării așchiilor și prin stabilirea mărimii corespunzătoare a avansului pe rotație;

— evacuarea continuă a așchiilor se asigură prin utilizarea unui lichid de găurire cu parametrii hidrodinamici bine determinați, ;

— concentricitatea diametrului părții active $d(h6)$ și a părții de ghidare $d(g6)$ în raport cu suprafețele de centrare-fixare se reglează ușor, utilizînd posibilitățile constructive ale sculei;

— schimbarea tăișurilor uzate ale plăcuței sau înlocuirea plăcuțelor uzate se efectuează înaintea creșterii exagerate a forțelor de așchiere;

— detectarea apoi remedierea sau înlocuirea pieselor deteriorate se face astfel, ca să se reobțină capacitatea de așchiere integrală a sculei.

4.2.3. Aplicații

Exemplul 1. Partea componentă a dispozitivului de strîngere a unui Centru de Strunjire Orizontal (C.S.O.) este un tub inelar, care din motive de economie de material se confecționează din țeavă 83 × 9/OLT 45 [68]. În scopul lărgirii alezajului țevii, să se proiecteze o sculă avînd diametrul de lucru de 69,5 mm.

Rezolvare: Utilizînd modelul de proiectare de la subcapitolul 4.1.1 elementele geometrice și constructive ale sculei se determină cu relațiile:

$$b = (0{,}07\ldots0{,}25)\cdot 69{,}5 = 9 \text{ mm}$$

— lungimea și lățimea ghidajelor de textolit;

$$l_t = (0{,}25\ldots0{,}31)\cdot 69{,}5 = 20 \text{ mm}$$

$$b_t = (0{,}80\ldots0{,}90)\cdot 69{,}5 = 60 \text{ mm}.$$

Scanned with OKEN Scanner

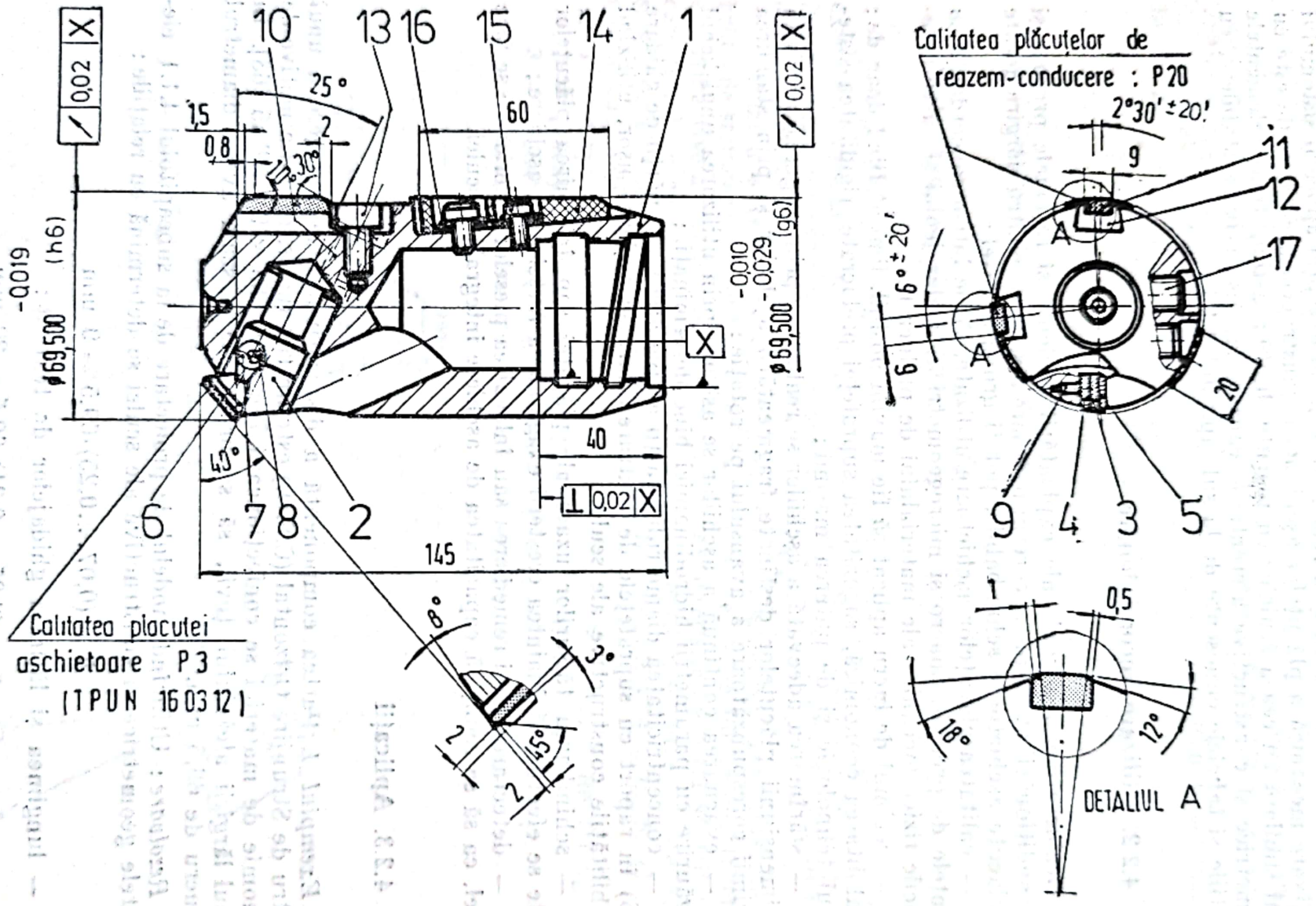
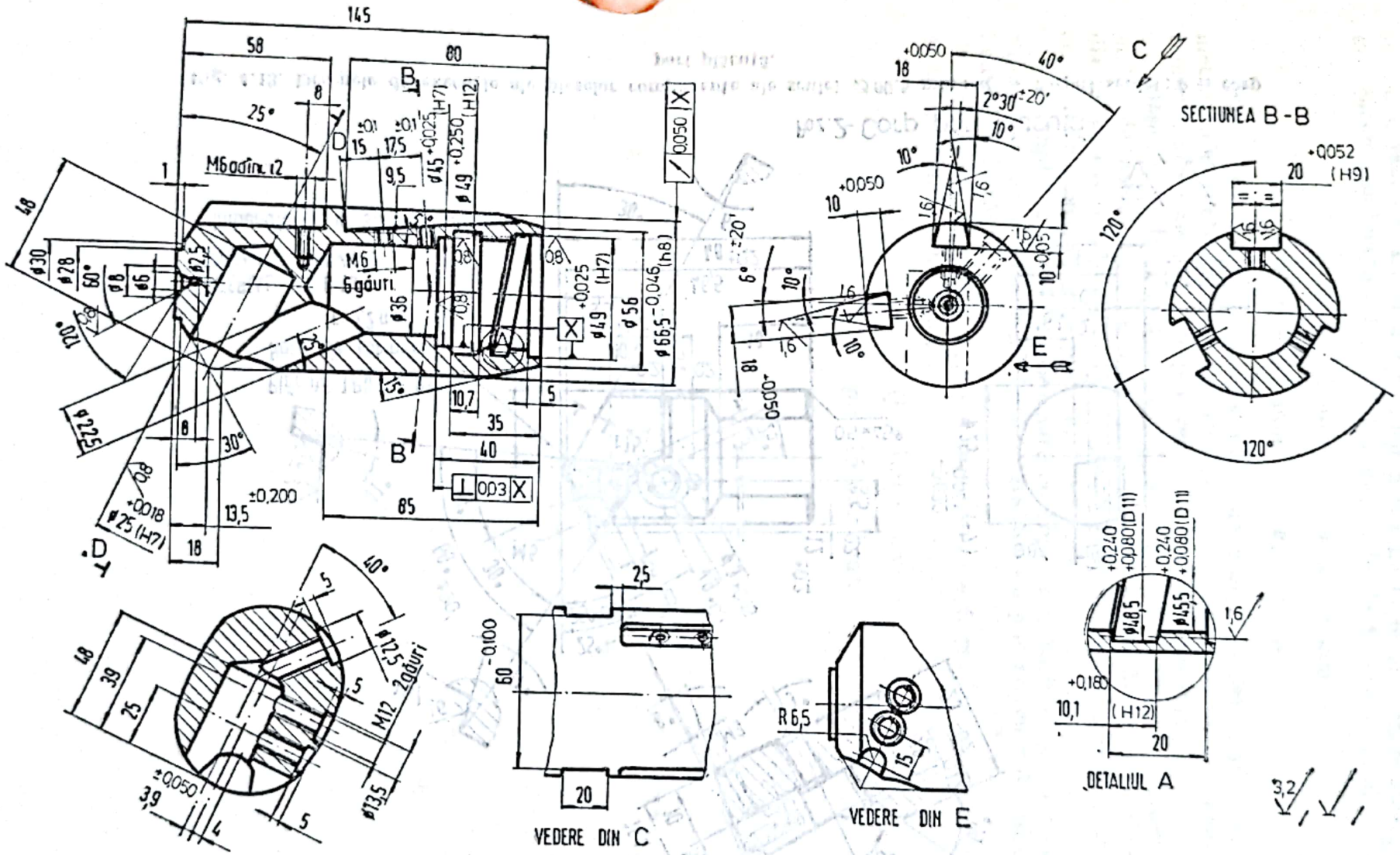


Fig. 4.12. Ansamblul și dimensiunile sculei Ø69,5 mm.

Scanned with OKEN Scanner



Poz. 1 - Corpul sculei -

Scanned with OKEN Scanner

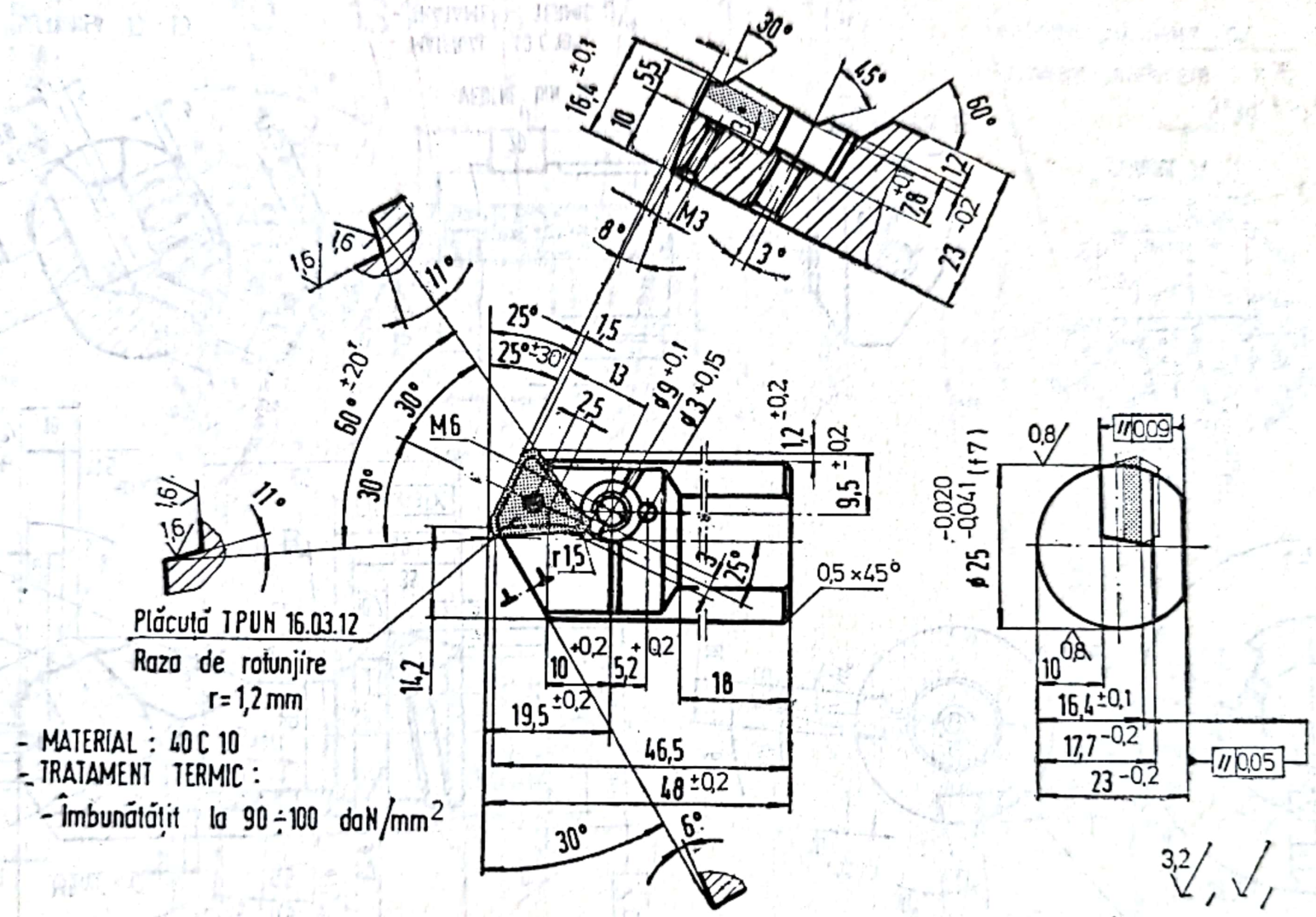


Fig. 4.13. Desenele de execuție ale pieselor componente ale sculei Ø69,5 mm : *a* — corpul sculei ; *b* — corp port-plăcuță.

Din tabelele 4.1 și 4.2 se aleg mărimile teșirilor atît pentru plăcuțele de reazem-conducere cît și pentru ghidajele de textolit, astfel :

$$a = 1{,}5 \text{ mm} \qquad a' = 0{,}8 \text{ mm}$$

$$a_0 = 3 \text{ mm} \qquad a_0' = 5 \text{ mm}$$

Figura 4.12 reprezintă ansamblul general al sculei și parametrii geometrici-constructivi ai acesteia. Desenele de execuție ale pieselor componente reprezentative ale sculei se pot vedea în figurile 4.13, *a,b*.

Observație : În scopul asigurării eficienței și a facilitării eliminării volumului de așchii care se formează în zona de așchiere, este necesar ca diametrul canalului de evacuare (∅ 22,5 mm) să se realizeze cît mai mare, ce permite construcția respectivă.

Exemplul 2. Pentru o evacuare continuă și ușoară a așchiilor ce se degajează în cazul exemplului 1, să se stabilească parametrii hidrodinamici ai lichidului de găurire.

Rezolvare. Utilizînd diagrama din figura 4.4. rezultă valorile debitului și ale presiunii lichidului ;

$$Q = 130 \text{ l/min}$$

$$p = 15 \text{ daN/cm}^2.$$

Scanned with OKEN Scanner

Summary

The advanced technology of the acomplishment of holes, the length of which as related to the diameter is great, requires, first of all for adequate tools. The work under the form of synthesis, is about the construction, the designing, explcitation and reconditioning of deep hole boring tools. The theme and its importance in the technology of machine building industry, attributes to the work opportunity and actuality.

Having the intention to constitute a methodology and a starting point for new researches, the present work consists of four separate sections.

Reviewing the boring procedures and systems, the construction and work principles of this field's specific machines, in the first part of the work, without being exhaustive, a sinoptical presentation of successful deephole boring tools, world-wide known (COROMANT, HELLER), is made that by their efficiency may be considered classical.

In separate chapters there are fully and detailed treated the three representative types of these tools (as : tools for solid boring, tools for trepanning and counter boring tolls), in two variants ; with brassed tips and with throw-away tips. For each of these types of tools, a comparative analysis of the constructive solution is made, the model of designing is presented and indications regarding the exploitation, the regrinding respectively their reconditioning are given. The way of the illustration of the intrinsical quality of these tools, aswell as of the high productivity for the boring operation, by means of the real examples presented, offers to the work a usefull and pragmatic character.

Based on a long experience in the desingnig and exploitation of tools for deepholes, of many enterprises in the country, the cutting parameters were optimized in the purpose of the machining of steels specific for parts with deepholes used in the machine industry. Besides, in the present work a difficult technological problem is solved, that is the counter boring of tubes.

By the real exemples given, the specialists have at hand a rich choice of documentary material concerning deephole boring tool-design and determination of optimal deephole boring cutting parameters.

Scanned with OKEN Scanner

Inhaltsangabe

Die vorgeschrittene Technologie für die Ausführung der Löcher deren Tiefe im Verhältnis zum Durchmesser gross ist, beanspruchen vor allem entsprechende Werkzeuge. Die Arbeit in Form einer Synthese behandelt die Konstruktion, Entwurf, Benutzung und Wiederinstandsetzung der Werkzeuge für Tiefbohren. Das erörtete Thema und seine Bedeutung in der Maschinenbautechnologie verleiht der Arbeit Opportunität und Aktualität.

In dem Vorhaben ein Werkzeug zu konstituieren wie auch ein Ausgangspunkt für neue Forschungen zu bilden, besteht diese Arbeit aus vier unterschiedlichen Kapiteln.

Durch eine Übersicht der Verfahren und der Bohrsysteme, Konstruktion und Arbeitsprinzip der Maxschinen eigen diesem Gebiet, ohne Anspruch auf Vollständigkeit wird eine synoptische Darlegung gemacht über der auf Weltebene bekannten Werkzeugkonstruktionene fur Tiefbohren (COROMANT, HELLER) welche auf Grand ihrer Wirksamkeit schon als klassisch werden können.

In den unterschiedlichen Kapiteln sind die drei repräsentative Werkzeugtyps umfangreich und eingehend behandelt (sc wie Vollbohrer, Kernbohrer und Aufbohrer) in zwei Varianten ; mit eingeloteten Hartmetallplatten oder Wendeuplatten. Für jeden Werkzeugtyp in Teil wird eine vergleichliche Analyse der konstruktiven Lösung durchgeführt, es werden Entwurfsmodelle vorgeführt, Anweisungen betreffs Benutzung, Nachschleifen wie auch der Wiederinstandsetzung gegeben. Die Darstellungsweise der Eigenschaften dieser Werkzeuge, wie auch der erhönten Produktivität bei der Bohroperation, so wie auch Darstellungen reeller Beispiele, verleihen der Arbeit einen nützlichen und pragmatischen Charakter.

Auf Grund einer langwierigen Erfahrung mehrerer Beigeschaften unseres Landes im Entwurf und Benutzung der Werkzeuge für Tiefbohren wurden die Zerspanungsparameter optimalisiert berücksichtlich der Tiefbohrung in Stahl, eigen der Maschinenbau. Unter anderen, im Rahmen dieser Arbeit wird auch ein schwieriges Problem gelösst, das Aufbohren der Rohre.

Durch reelle Beispiele wird den Fachmännern ein reichhaltiges Dokumentarstoff zur Verfügung gestellt, für das Entwerfen der Werkzeuge zum Tiefbohren bestimmt, Festsetzung der optimalen Zerspanungsregime bei der Bohroperation.

Scanned with OKEN Scanner

Résumé

La technologie avancée de la réalisation des trous, dont la longueur par rapport au diametre est grande, réclame avant tout des outils adéquats. L'ouvrage ci-présent en forme de synthèse, traite la construction, projection, exploitation et reconditionnement des outils destinées à l'execution des trous profonds. Le thème abordé et son importance dans la technologie de la construction des machines, confèrent a l'ouvrage opportunité et actualité.

Ayant l'intention de constituer un instrument de travail et un point de départ pour des nouvelles investigations, l'ouvrage est composé de quatre parties distinctes.

En parcourant les procédés et les systèmes de forage, la construction et le principe de travail des machines spécifiques pour ce domaine, dans la première partie de l'ouvrage, sans prétentions d'epuiser tous les aspects, on a une presentation synoptique des constructions réussies des outils de forages profonds connues sur le plan mondial (COROMANT, HELLER), qui par leur efficacité peuvent être considerées comme clasiques.

En chapitres séparés on trouve traités amplement et en detail les trois types representatives de ces outils (comme : outils pour forage dans la pleine, outils pour carottage et outils pour alésages), en deux variantes : à plaquettes brasées et à plaquettes interchangeables. Pour chaque type d'outil a part, on realise une analyse comparative de la solution constructive, on presente les modeles de projection et on donne des indications concernant l'exploitation et réaffûtage respectivement leur réconditionnement. Le mode d'illustrer la qualité intrinseque de ces outils, ainsi que de la productivitê augmenttée a l'operation de forage, par les exemples réels presentés, attribue à l'ouvrage un caractère utile et pragmatique.

Basé sur une longue expérience de plusieurs entreprises du pays, en projection et exploitation des outils de forage profonds, les paramètres de coupage ont été optimisés pour l'usinage des aciers spécifiques aux pièces avec trous profonds dans la construction des machines. Parmi autres, dans l'ouvrage on resoût un problème technologique difficil, c'est à dire, l'alésage des tuyaux.

Par des exemples réeles, un matèriel documentaire riche est mis a la disposition des specialistes pour projection des outils de forage profonds et pour l'établissement des regimes de coupage optimales des opérations de forage.

Scanned with OKEN Scanner

Bibiliografie

BIBLIOTECA PERSONALĂ
Nr. .....
Carmen Antonovici

A. CĂRŢI

[1] Alexeev G. A. ş.a. *CALCULUL ŞI CONSTRUCŢIA SCULELOR AŞCHIETOARE.* Editura tehnică, Bucureşti, 1953.

[2] Artobolevski, I. I. *TEORIA MECANISMELOR ŞI A MAŞINILOR* (traducere din L. rusă). Editura tehnică, Bucureşti, 1955.

[3] Atanasiu, M. *MECANICA.* Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1973.

[4] Bakondi, K. şi Kardoş, A. *A GEPGYÁRTÁS TECHNOLOGIÁJA. FORGÁCSOLÁS.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1966.

[5] Bruins-Dräger *WERZEUGE UND WERKZEUGMASCHINEN.* TELL II Karl Hauser Verlag, München-Wien, 1975.

[6] Duca, Z. *TEORIA SCULELOR AŞCHIETOARE.* Editura tehnică, Bucureşti, 1967.

[7] Eliezer, S. *SCULE AŞCHIETOARE CU PLĂCUŢE.* Editura tehnică, Bucureşti, 1977.

[8] Enache, St. *PROIECTAREA ŞI TEHNOLOGIA SCULELOR AŞCHIETOARE.* Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1973.

[9] Ioachimescu, A. G. *MECANICA RAŢIONALĂ.* Biblioteca Gazetei matematice, Bucureşti, 1947.

[10] Kálmán, T. ş.a. *FÉMFORGÁCSOLÓ SZERSZÁMOK.* Müszaki könyvkiado, Budapest, 1969.

[11] Kronenberg, M. *GRUNDZÜGE DER ZERSPANUNGSLEHRE.* Erster und Zweiter Band, zweite Ausgabe, Springler Verlag Berlin-Gottingen-Heidelberg, 1954.

[12] Lăzărescu, I. D. *CALCULUL ŞI CONSTRUCŢIA SCULELOR AŞCHIETOARE.* Editura tehnică, Bucureşti, 1961.

[13] Lăzărescu, I. D. *TEORIA AŞCHIERII METALELOR ŞI PROIECTAREA SCULELOR.* Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1964.

[14] Manolescu, N. ş.a. *TEORIA MECANISMELOR ŞI A MAŞINILOR.* Editura Didactică şi pedagogică, Bucureşti.

[15] Pelecudi, CH. *TEORIA MECANISMELOR SPAŢIALE.* Editura Academiei R.S.R., Bucureşti, 1972.

[16] Rădoi, M. ş.a. *CURS DE MECANICĂ STATICĂ ŞI CINEMATICĂ* (litografiat) I. P. Bucureşti, 1973.

[17] Ripianu, A. *MECANICA SOLIDULUI RIGID.* Editura tehnică, Bucureşti, 1973.

[18] Ripianu, A. *MECANICA. CINEMATICA ŞI DINAMICA.* (Curs litografiat). I. P. Cluj-Napoca, 1977.

[19] Sauer, L. *PROIECTAREA SCULELOR.* Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti 1967.

[20] Sauer, L. *WERKZEUGE FÜR AUTOMATISIERTE INNEN-UND AUSSENBEARBEITUNG.* Vogel-Verlag. Würzburg, 1975.

[21] Stan, A şi Grumăzescu, M. *PROBLEME DE MECANICĂ*. Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1973.
[22] Stoenescu, A . şi Silaş, Gh. *CURS DE MECANICĂ TEORETICĂ*. Editura tehnică, Bucureşti, 1957.
[23] Stoenescu, A. ş.a. *CULEGERE DE PROBLEME DE MECANICĂ TEORETICĂ*. Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1965.
[24] Szécsi, L. *GÉPITARI SZERSZÁMOK KÉSZITÉSE*. Müszaki könyvkiadó, Budapest, 1961.
[25] Ţiţeicu, G. *PROBLEME DE MECANICĂ*. Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1977.
[26] Vâlcovici, V. ş.a. *MECANICA TEORETICĂ* (ediţia a treia). Editura tehnică, Bucureşti, 1968.
[27] Witthof, I. *DIE HARTMETALLWERKZEUGE IN DER SPANABHEBENDEN FORMUNG*. Karl Hauser Verlag, München, 1961.

B. TEZE DE DOCTORAT

[28] Lăzărescu, I. D. *ABSTRACTIZAREA SCULEI AŞCHIETOARE*. I. P. Cluj-Napoca. 1969.
[29] Tîrpe, Gh. *CONTRIBUŢII PRIVIND MĂRIREA PRECIZIEI DE PRELUCRARE FOLOSIND SCULE CU TĂIŞURI SCHIMBABILE*. I. P. Cluj-Napoca, 1977.

C. ARTICOLE, COMUNICĂRI

[30] Bakondi, K. „*A FÉMFORGÁCSOLÁSI ADATOK HATÁSA AZ ÉLTARTAMRA*". Gep. Nr. 9 Budapest, 1965.
[31] Dorin, A. „*DETERMINAREA RAPIDĂ A DURABILITĂŢII SCULELOR AŞCHIETOARE*" în: „Construcţia de maşini", Nr. 2, Bucureşti, 1976.
[32] Elekes, C. „*CONSIDERAŢII TEORETICE PRIVIND APLICAREA MECANICII AŞCHIERII LA PROIECTAREA SCULELOR PENTRU GĂURI ADÎNCI*". Sesiunea de comunicări tehnico-ştiinţifice, I. S. Arad, 1977.
[33] Elekes, C. „*REZULTATE PRIVIND MĂRIREA CAPACITĂŢII DE AŞCHIERE A SCULELOR PENTRU GĂURI ADÎNCI*", Comunicarea ţinută la „Cea de a IV-a conferinţă republicană" *PROIECTAREA, TEHNOLOGIA ŞI EXPLOATAREA SCULELOR AŞCHIETOARE*"" Universitatea din Braşov, 1977.
[34] Elekes, C. „*CONSIDERAŢII PRIVIND PROIECTAREA SCULELOR PENTRU GĂURI ADÎNCI (FĂRĂ RECUPERAREA MIEZULUI) SISTEM COROMANT*" în: Construcţia de maşini nr. 12, Bucureşti, 1977.
[35] Elekes, C. „*REZULTATE ÎN PROIECTAREA ŞI EXPLOATAREA SCULELOR PENTRU GĂURI ADÎNCI, CU PLĂCUŢE AŞCHIETOARE SCHIMBABILE*". Comunicare ţinută la a IV-a sesiune de comunicări tehnico-ştiinţifice „Organizare superioară şi progres tehnic în construcţia de maşini", I. M. Cugir, 1978.
[36] Gladcov, P. „*CONSIDERAŢII PRIVIND INDICATORII DE APRECIERE A CAPACITĂŢII DE AŞCHIERE A SCULELOR*" în: Construcţia de maşini Nr. 2, Bucureşti, 1969.
[37] Günter, F. „*A HOSSZLYUKFÚRÓ SZERSZÁMOK ÉS ALKALMAZÁSUK*", în: Gépgyártástechnológia Nr. 12, Budapest, 1978. (articolul prezintă rezultatele obţinute de firmele: *LOCH KG, SANDVIK COROMANT* şi *W. HEGENSCHEIDT*, în prelucrarea găurilor adînci).

Scanned with OKEN Scanner

[38] Kazinczy, M. *éA SZERSZÁMANYAGOK FORGÁCSOLÓ KÉPESSÉGÉNEK MEGHÁTÁROZÁSAé* în: Gep nr. 3 Budapest, 1969.
[39] Knoll, H. şi Stricher, P. *éKONSTRUKTIONSPRINZIPIEN VON TIEFBOHRMASCHIENENé* în: Werkstatt und Betrieb Nr. 3, München, 1976.

D. PROSPECTE, CATALOAGE, CĂRŢILE MAŞINILOR ALE FIRMELOR

[40] *SANDVIK COROMANT, SUEDIA.*
[41] *HELLER—BREMEN—MAHNDORF, R.F.G.*
[42] *S.I.G. SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE SUISSE, ELVEŢIA.*
[43] *KRUP WIDIA—FABRIK, R.F.G.*
[44] *METALLWERK PLANSEE TIZIT, AUSTRIA.*
[45] *WALTER, R.F.G.*
[46] *FAGERSTA SECO, SUEDIA.*
[47] *UGINE CARBONE, FRANŢA.*
[48] *CARBOLOY* (est une coassocieé de la S.p. A Pirelli et de la General Electric Co. U.S.A.).
[49] *ISCAR. OUTILAGE EN CARBURE DE TUNGSTÉNE. ISRAEL.*
[50] *ÎNTREPRINDEREA MECANICĂ FINĂ — BUCUREŞTI.*
[51] *ÎNTREPRINDEREA DE SCULE — RÎŞNOV.*
[52] *V.D.F. VEREINIGTE DREHBANK—FABRIK R.F.G.*

BIBLIOTECA PERSONALĂ
Nr.
Carmen Antonovici

E. EXPERIENŢA ÎNTREPRINDERILOR

(Documentaţii de scule pentru găuri adînci şi regimuri de lucru utilizate la :)

[53] Întreprinderea de maşini grele Bucureşti (documentaţii de scule proprii şi din Japonia — Nihon B.T.A. Co.L.t.d).
[54] Întreprinderea mecanică Cugir.
[55] Întreprinderea mecanică Sibiu.
[56] Întreprinderea de strunguri Arad.

F. INOVAŢII

[57] Elekes, C. ş.a. *CAP DE GĂURIT CU FIXARE MECANICĂ A PLĂCUŢELOR*, 1977.
[58] Elekes, C. şi Bóhm, T., *SCULĂ PENTRU LĂRGIREA GĂURILOR ADÎNCI*, 1977.
[59] Elekes, C. şi Simsovits, R. *SCULĂ PENTRU GĂURIRE INELARĂ*, 1978.

G. STANDARDE DE STAT

[60] * * * STAS 6373/1-73. Plăcuţe pentru cuţite de strung. Dimensiuni.
[61] * * * STAS 6373/2-72. Plăcuţe pentru burghie. Dimensiuni.
[62] * * * STAS 6373/3-72. Plăcuţe pentru alezoare, adîncitoare, lărgitoare şi freze cu coadă. Dimensiuni.
[63] * * * STAS 6374-61. Plăcuţe din carburi metalice pentru scule aşchietoare. Grupe de utilizare.

Scanned with OKEN Scanner

[64] * * * STAS R 6704-63. Corespondența plăcuțelor din carburi metalice STAS cu cele standardizate în alte țări.
[65] * * * STAS 9130/-076. Plăcuțe schimbabile. Simbolizare.
[66] * * * STAS 9130-72. Plăcuțe schimbabile fără alezaj. Dimensiuni.
[67] * * * STAS 9130/2-76. Plăcuțe schimbabile, cu alezaj din carburi metalice. Dimensiuni.
[68] * * * STAS 404/1-71. Țevi din oțel fără sudură laminate la cald pentru construcții, cu destinație comercială.
[69] * * * STAS 404/2-71. Țevi din oțel fără sudură laminate la cald pentru construcții.
[70] * * * STAS 530/1-71. Țevi din oțel fără sudură trase sau laminate la rece, pentru construcții cu destinație comercială.
[71] * * * STAS 530/2-71. Țevi din oțel fără sudură, trase sau laminate la rece, pentru construcții.
[72] * * * STAS 500/1-68. Oțeluri de uz general pentru construcții.
[73] * * * STAS 791-66. Oțeluri aliate și oțeluri aliate superioare pentru construcții de mașini.
[74] * * * STAS 880-88. Oțeluri carbon de calitate și oțeluri carbon superioare pentru construcții de mașini.
[75] * * * STAS 8183-68. Oțeluri pentru țevi de uz general.

Redactor : VASILE PREDESCU
Tehnoredactor : MARILENA LUNGULESCU

Bun de tipar : 4.XI.1985
Coli de tipar : 8,5
CRAIOVA, 1985

Întreprinderea poligrafică „Oltenia",
str. Mihai Viteazul nr. 4, Craiova
Comanda nr. 223

Scanned with OKEN Scanner